11 • 2017

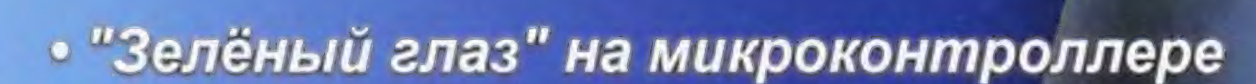
www.radio.ru

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Принимаем радиосигналы на частоте 8270 Гц

Норвегия
Финляндия
Балтийское море
Северное море
Дания
Литва
Нидерланды
Польша
Германия
Бельгия
Чехия
Словакия
Австрия
Венгрия
Франция
Хорватия
Италия
Тирренское море
Чёрное море
Грузия
Азербай



• Сигнализаторы отклонения напряжения сети

• Светодиодный куб на Arduino

• Контроллер системы доступа

...и ещё 17 конструкций

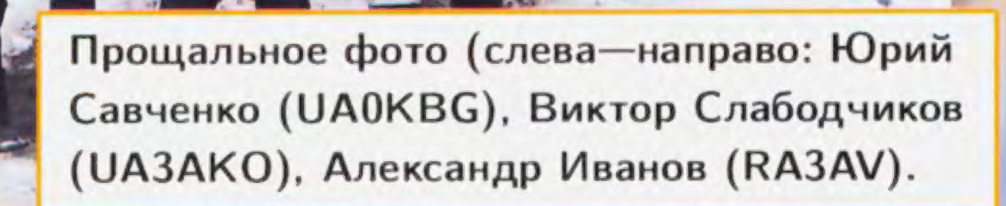


ISSN-0033-765X
9 770033 765009 17011

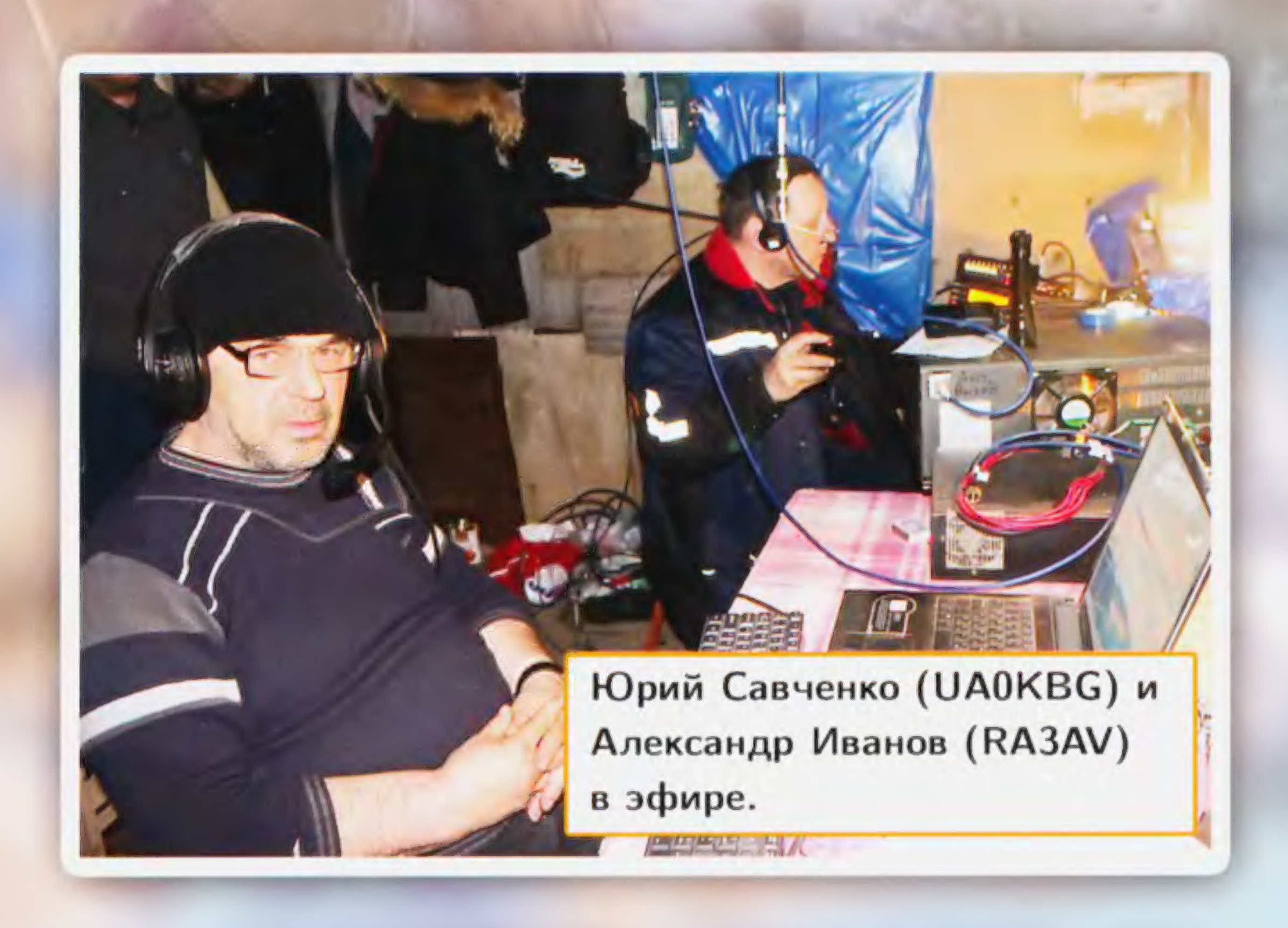
Экспедиция R71RRC, или третье открытие острова Аракамчечен

Юрий САВЧЕНКО (UA0KBG), п. Угольные копи-3,
Чукотский автономный округ

(см. статью на с. 57)



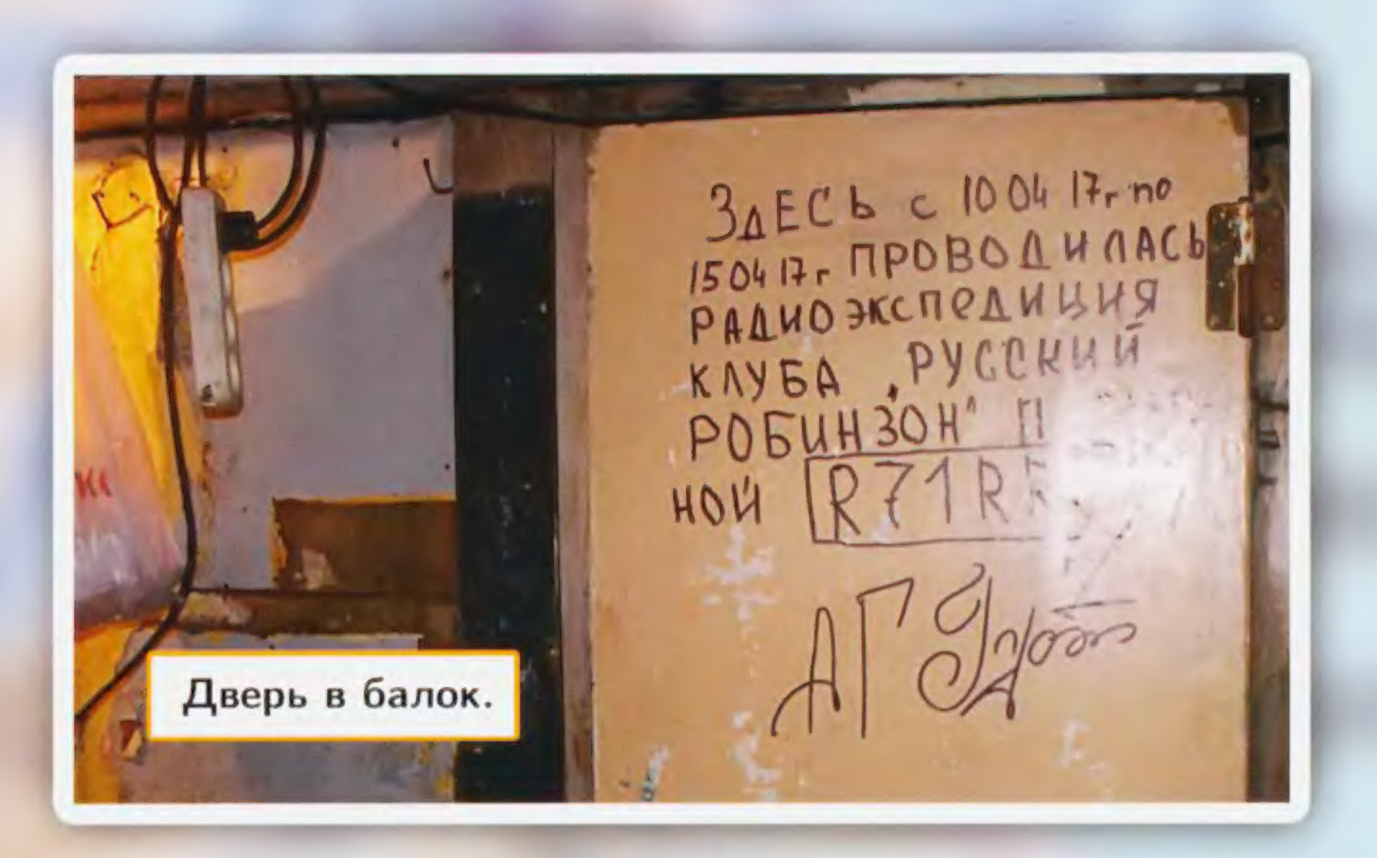
Прощальное фото (слева—направо: Юрий Савченко (UA0KBG), Виктор Слабодчиков (UA3AKO), Александр Иванов (RA3AV).



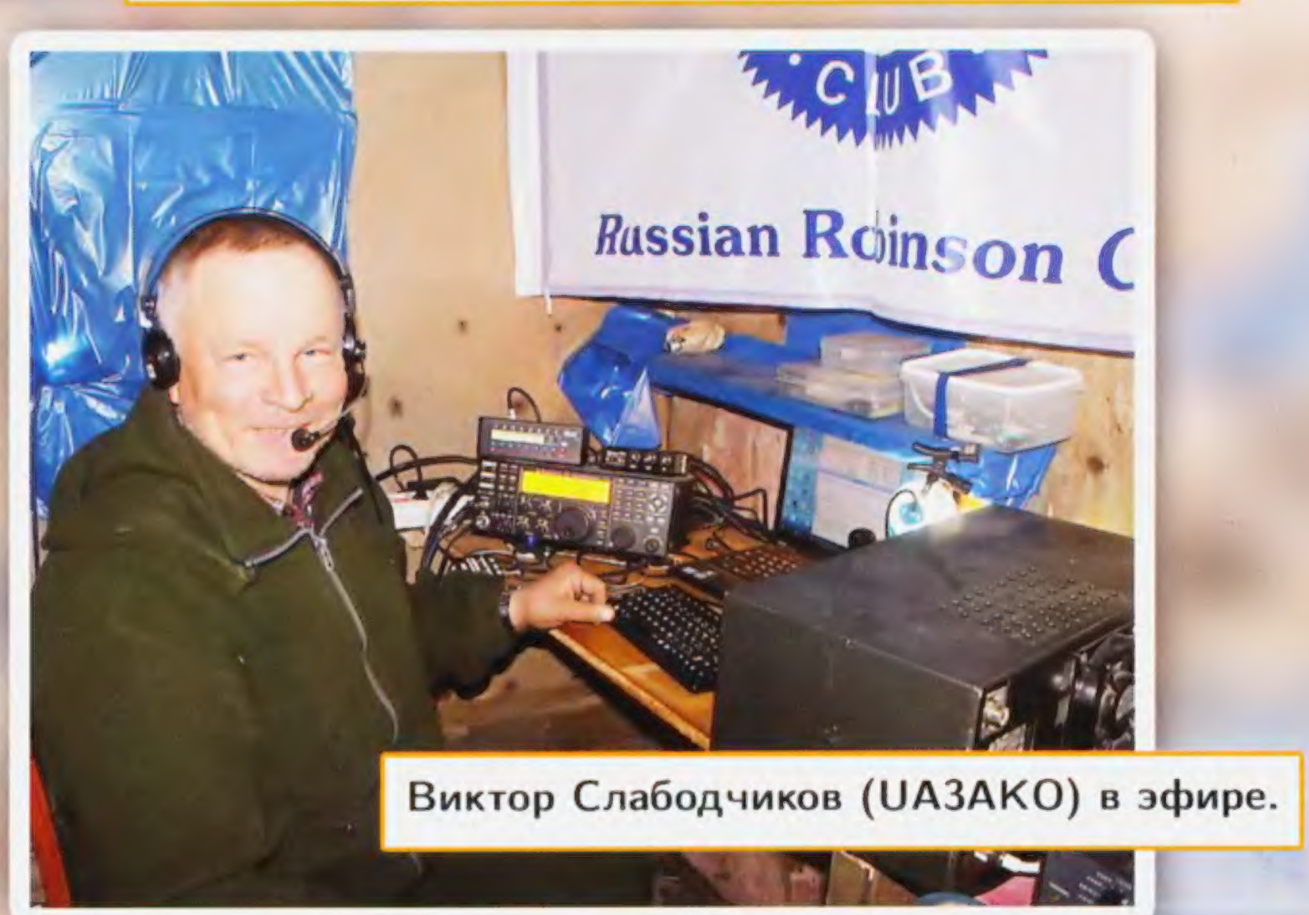
Юрий Савченко (UA0KBG) и Александр Иванов (RA3AV) в эфире.



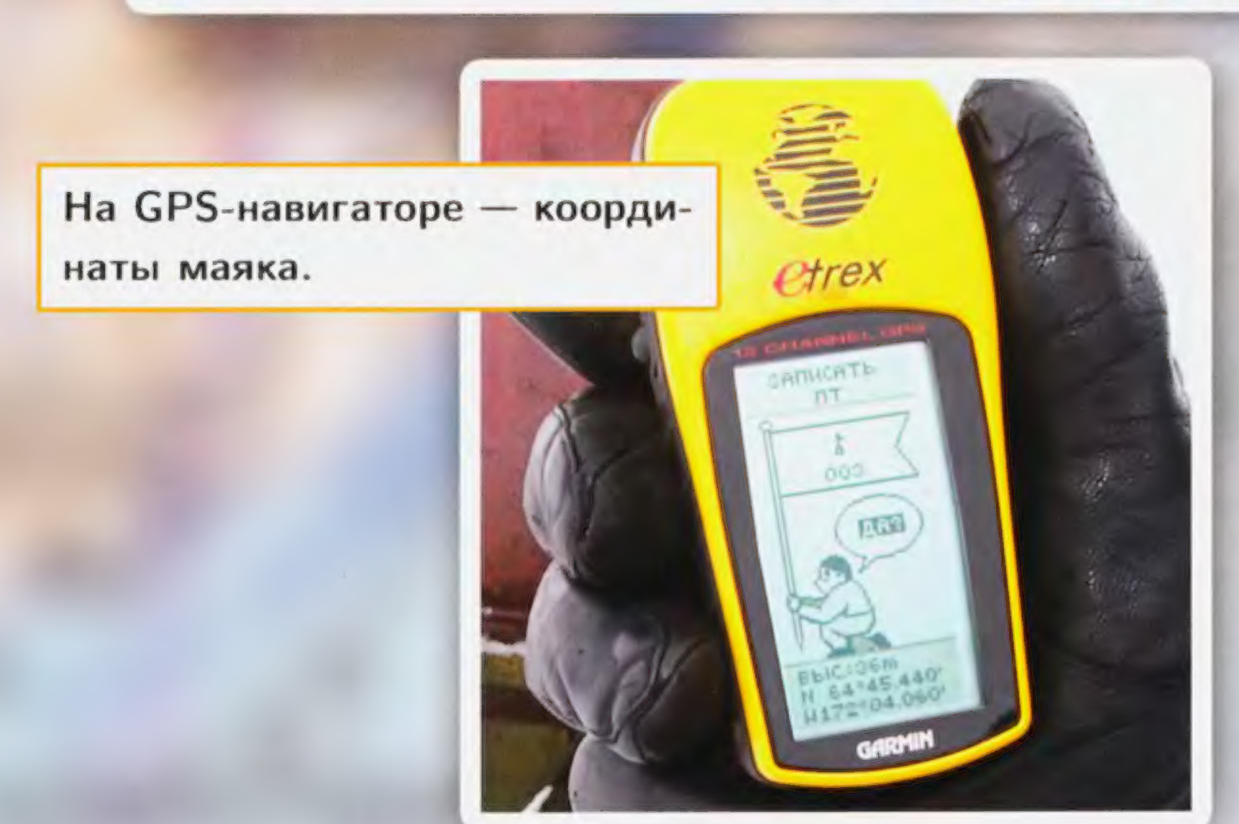
У маяка RLHA (слева—направо: Александр Густ, Виктор Слабодчиков (UA3AKO), Андрей Соболев.



Дверь в балок.



Виктор Слабодчиков (UA3AKO) в эфире.



На GPS-навигаторе — координаты маяка.



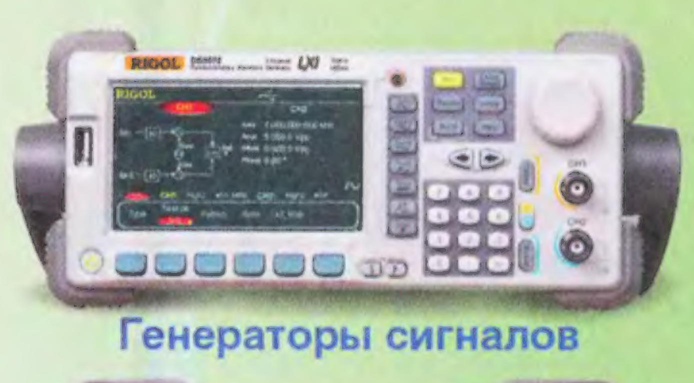
В эфире — Александр Иванов (RA3AV).

ВЕСЬ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД RIGOL



Дополнительные опции в подарок!

Официальный RIGOL дистрибьютор



Генераторы сигналов



Источники питания



Анализаторы спектра



Система коммутации и сбора данных



Цифровые мультиметры

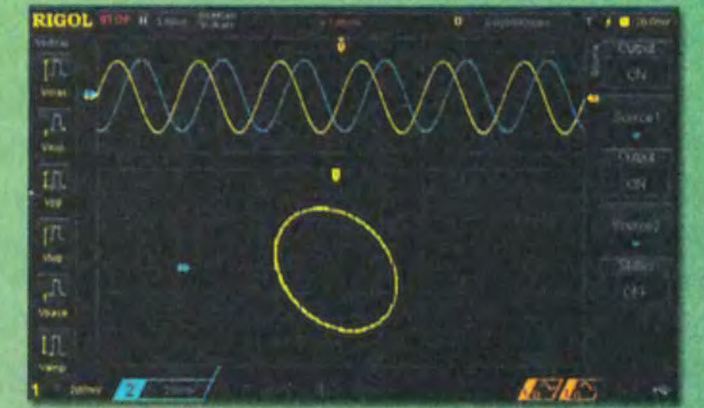


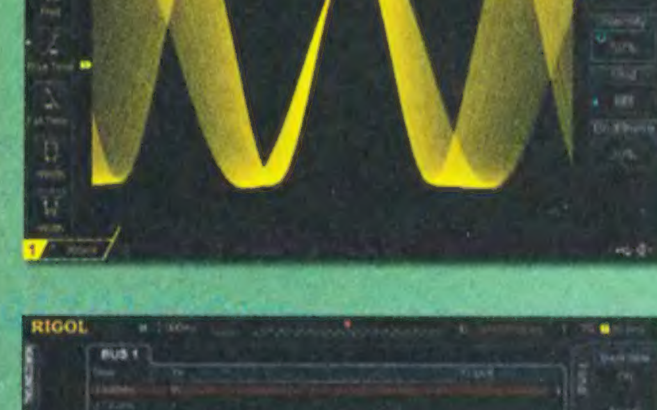
Генераторы СВЧ-сигналов

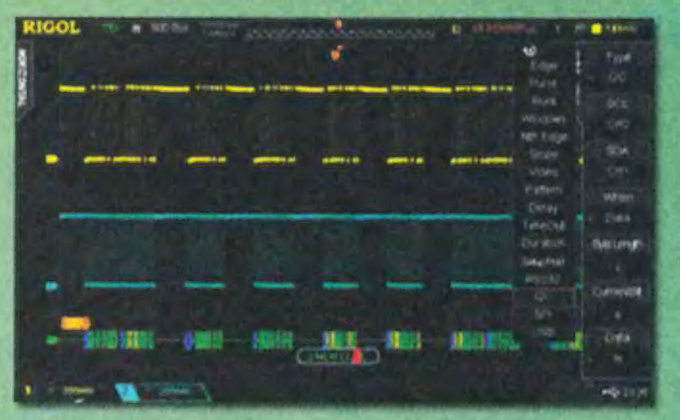
Многофункциональные цифровые осциллографы

UltraVision

- Количество аналоговых каналов 2 или 4
- Количество цифровых каналов – 16 (для моделей с индексом MSO)
- Уникальная технология UltraVision
  - высокая скорость захвата осциллограмм (до 180 000 осц/с)
  - большая глубина записи (до 140 миллионов точек)
  - 256 градаций яркости при отображении сигнала
  - регистрация сигналов в реальном времени с возможностью записи, воспроизведения и анализа
- Расширенная система синхронизации (до 13 типов запуска), в т.ч. по сигналам последовательных шин
- Декодирование сигналов последовательных шин I²C, SPI, RS232, UART, CAN, FlexRay (опция)
- Широкий выбор математических и статистических функций
- Встроенный двухканальный генератор сигналов (для моделей с индексом -S)







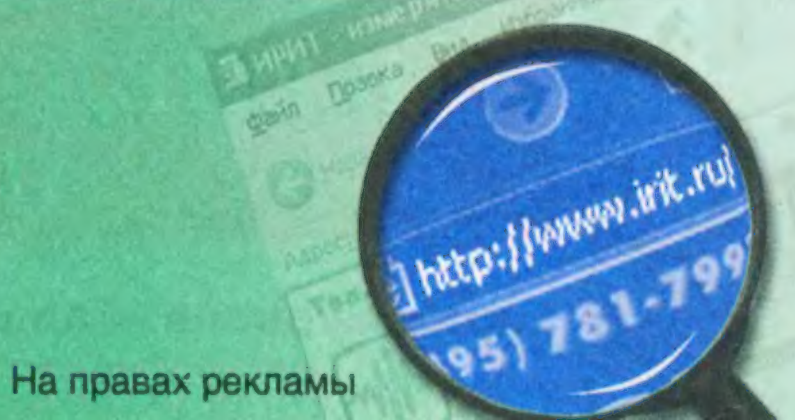


	DS/MSO1000Z	DS/MSO2000A	DS/MSO4000	DS6000
Полоса пропускания	50 МГц, 70 МГц, 100 МГц	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 300 МГц	100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц	600 МГц, 1 ГГц
Аналоговые каналы	4	2	2 или 4	2 или 4
Цифровые каналы	16 (MSO)	16 (MSO)	16 (MSO)	–
Генератор сигналов	2 канала (опция -S)		–	–
Максимальная частота дискретизации	1 Гвыб/с	2 Гвыб/с	4 Гвыб/с	5 Гвыб/с
Максимальная скорость захвата осциллограмм	30 000 осц/с	50 000 осц/с	110 000 осц/с	180 000 осц/с
Макс. глубина записи	12 М (24 М – опция)	14 М (56 М – опция)	140 М	140 М
Регистратор	65 000 кадров – опция	65 000 кадров	200 000 кадров	200 000 кадров
Дисплей	7" TFT	8" TFT	9" TFT	10,1" TFT



«ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65,
Телефон: (495) 781-79-97
E-mail: irit@irit.ru

Ознакомьтесь с «Руководством пользователя» и скачайте каталог продукции Rigol на сайте www.irit.ru



На правах рекламы

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Дальний приём сигналов любительских радиостанций на частоте 8270 Гц (см. статью на с. 61).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ФИЛЬТРЫ В АС
ДОРАБОТКА ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА
БЛОК КОНТРОЛЯ ПЛАМЕНИ
ПОВОРОТНОЕ УСТРОЙСТВО ВИДЕОКАМЕРЫ

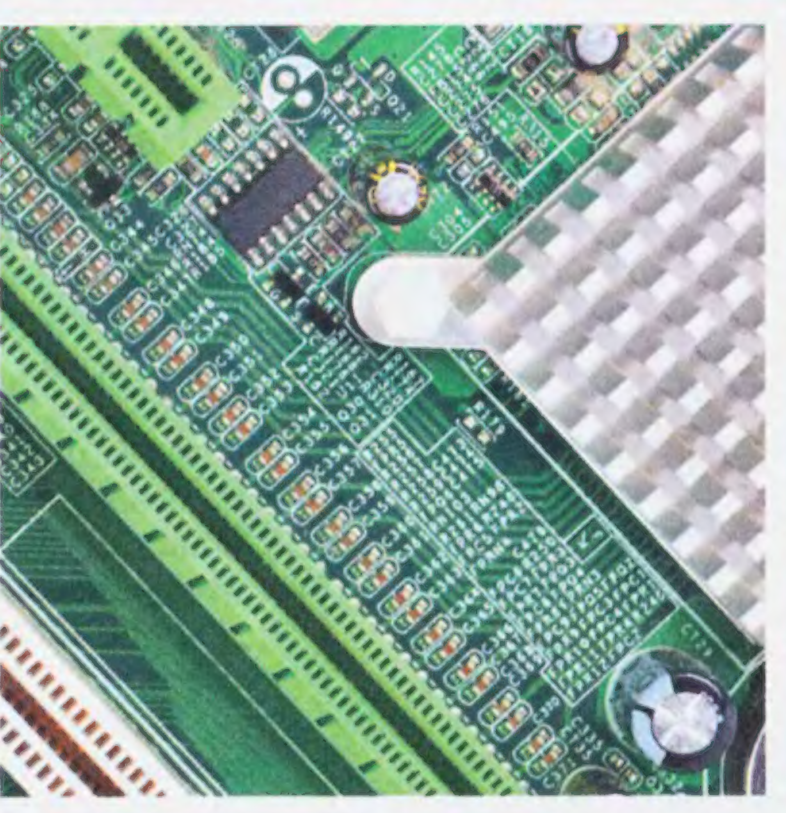
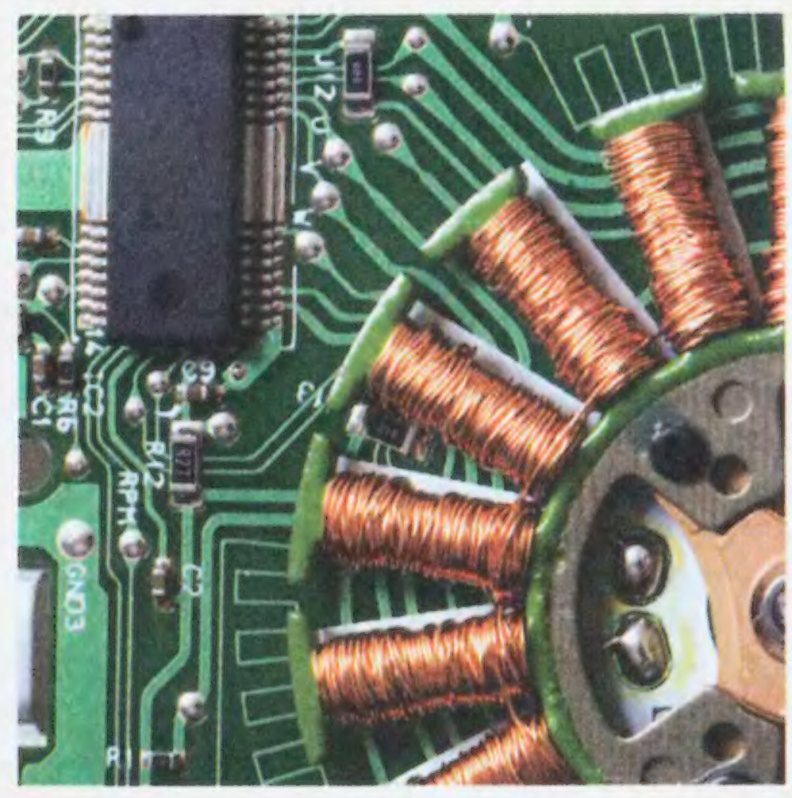
Тираж журнала «Радио» № 10 сдан для рассылки подписчикам 03.10.2017 г.



ufi
Approved
Event

17–19
апреля
2018
Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная в России выставка электронных компонентов, модулей и комплектующих







Организатор
Группа компаний ITE
+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru



Подробнее о выставке
expoelectronica.ru

Совместно с выставкой




"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН, В. В. ФРОЛОВ
Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 18.10.2017 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.
За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.
Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.
В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.
Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.
По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.
В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.
© Радио®, 1924—2017. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 17-10-00219.



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

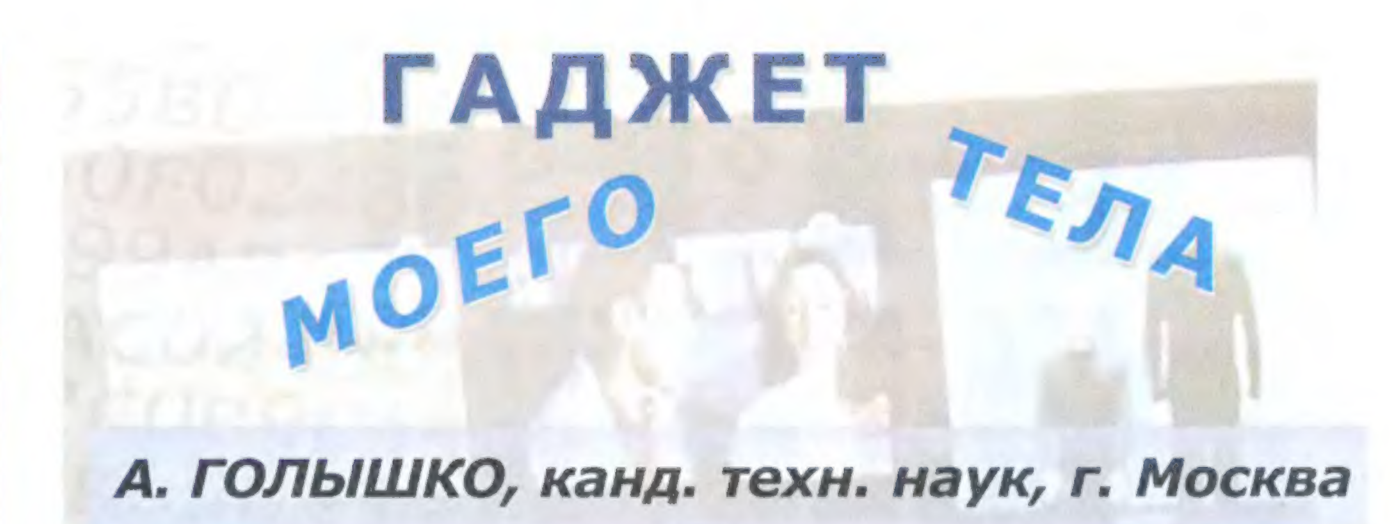
Бесплатный номер службы поддержки в России:
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»



Internet Service Provider

Телефон: (495) 981-4571
Факс: (495) 783-9181
E-mail: info@rinet.ru
Сайт: http://www.rinet.net



ГАДЖЕТ МОЕГО ТЕЛА

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"... в результате имплантации была задета не только кора головного мозга, но и, так сказать, сама древесина".
(из протокола осмотра)

Гаджеты — они сегодня как женщины. Они привлекательны, они элегантны, они желанны почти для всех, их появление ожидают с нетерпением, переходящим в драки, а главное, они — везде. Гаджетофобы тоже встречаются — куда же без них, но круг их невелик. Что же касается самих женщин, то, похоже, конвергенция их с гаджетами незаметно произошла уже давно и безвозвратно. И теперь абсолютно везде вы можете встретить тех, кто занят исключительно своим смартфоном. Производители последних желали бы повторить успех на новом витке развития гаджетов. Например, в сфере электронных часов и фитнес-браслетов, но пока, однако, этого не случилось, по-видимому, из-за ограниченной потребности в таких устройствах. Ну что же, ещё не всё потеряно.

Развитие так называемого "Интернета вещей", о котором нам уже несколько лет вещают из тех же гаджетов, обещает новую жизнь целым классам носимой электроники, начиная хотя бы с одежды. Собственно, термин "носимая электроника" (wearable electronics) возник около десяти лет назад, хотя устройства данного класса существовали достаточно давно. Первыми из них стали наручные электронные часы. Следующим стало появление мобильного телефона, а вслед за ним — мультимедийного плейера. Сегодня к данному классу техники относятся все электронные устройства, носимые пользователем на себе или встроенные в одежду или другие аксессуары: перчатки, обувь, головные уборы, украшения.

Наиболее простой разновидностью wearable electronics является "умная" ткань или одежда (smart fabrics). Взять хотя бы разгрузочную жилетку для гаджетов от американской компании ScotteVest, где предусмотрено не только множество карманов, но и запатентованные внутренние пространства для проводов и кабелей. Похоже, эти патенты уже не принесут владельцам прибыли. Более изощрённые решения со встроенными в одежду датчиками для самых различных целей, от медицинских до спортивных и от мониторинговых до охранных, тоже есть, причём уже более десяти лет. Но они, как правило, имеют узкую специализацию и, как следствие, заметное увеличение массогабаритных показателей одежды.

Конструирование одежды, интегрированной с электроникой для управления гаджетами или взаимодействием с ними, — ещё одно направление моды. При повышении уровня интеграции и миниатюризации электронных узлов можно получить полностью интегрированную в одежду электронную систему, включая электронные модули, межмодульные соединения, датчики, интерфейсы ввода данных и всевозможные индикаторы. В ряде случаев в одежду могут быть встроены источники питания. Это — второе поколение smart fabrics, имеющее более высокий уровень интеграции и даже свой термин SFIT (Smart Fabric and Interactive Textile). Её широкому распространению мешает лишь пока ещё узкая ниша применения и отсутствие общепринятых стандартов. С другой стороны, современная электроника слишком быстро совершенствуется, чтобы за ней успевали какие-то стандарты как моды, так и техники.

Одной из сфер применения smart fabrics является обеспечение личной безопасности человека. Это и просто подача сигнала SOS, и даже туфли с вмонтированным электрошокером, приводимым в действие тревожной кнопкой на пульте

дистанционного управления, спрятанном в ожерелье. Есть ещё бейсбольная кепка со встроенным видеорегистратором или очки с видеокамерой.

Сложно сказать, можно ли отнести к носимой электронике "умные" автомобили, но в последнее время они стремительно превращаются в мобильные гаджеты, в которые оказываются встроенными теперь их пользователи и которые требуют соответствующей защиты. Каждое следующее поколение автомобилей демонстрирует всё большую интегрированность технологий, в том числе для удалённой диагностики, самоуправляемости и разнообразного информационного обмена (инфотейнмента). Большое количество сторонних приложений, сложность самих систем и постоянно растущий объём обновлений сегодня затрудняют качественную проверку автомобильных систем на наличие киберугроз, а также программных и архитектурных ошибок. Теперь они готовы защищать своих владельцев; в частности, в рамках форума New Mobility World IAA 2017 во Франкфурте "Лаборатория Касперского" и компания AVL представили прототип модуля безопасного соединения (Secure Communication Unit — SCU) для таких автомобилей. При всём своём удобстве современные автомобили остаются потенциально уязвимы для злоумышленников. Безопасный и защищённый SCU-модуль станет единой точкой входа/выхода всех подключений и коммуникаций автомобильных систем.

Стоит напомнить, что сегодня "умные" автомобили — это отнюдь не только смесь транспорта, робота и искусственного интеллекта, как это отражается в массовом сознании будущих потребителей. Фактически же "умные" автомобили подразделяются на автономные (самоуправляемые) и полуавтономные, обладающие продвинутой бортовой системой навигации и инфотейнмента; экологически чистые электромобили и автомобили с альтернативными системами питания; эксклюзивные или уникальные представители мира автомобилей, созданные с определённой целью. Почти, как одежда. Всё чаще под "умными" автомобилями подразумеваются именно автомобили, которым не нужен водитель (разработки Google), обладающие собственным набором датчиков для перемещения по дорогам, не оснащенные рулём и педалями и обещающие произвести революцию в мире дорожных путешествий. В конце концов, автомобиль, с которым можно поговорить (с помощью приложения Siri, например), тоже можно назвать "умным". Впрочем, управлять автомобилем с помощью wearable electronics, очевидно, тоже будет можно.

Чтобы электронные схемы и проводники можно было встраивать в одежду или различные приборы, надеваемые на тело, они должны быть очень эластичными. Технологии "электронной ткани" и "гибкой электроники" (flexible electronics) взаимосвязаны не только друг с другом, но и с теми же "умными" автомобилями. Они подразумевают создание новых материалов и методов для производства электронных устройств на гибких подложках. Для встраивания в структуру ткани (одежды или сидения) требуются гибкая клавиатура, гибкий дисплей, гибкие датчики давления и температуры. Всё это сегодня уже есть.

Электронные носимые системы навигации обеспечивают определение координат владельца на местности и помогают выбрать правильный маршрут при движении, а также обеспечивают передачу координат для оказания экстренной помощи в опасных ситуациях. Часто они используются и в военных целях. Несколько лет назад компанией Honeywell была представлена серия магниторезистивных датчиков, на базе которых реализуются миниатюрные навигационные модули с GPS-приёмником, размещённые в поясе. Специальный алгоритм учитывает любые движения человека: ходьбу, бег, боковое смещение, ползание, движение задним ходом, даже топтание на месте. Автоматический компас определяет положение тела оператора — стоит он или лежит. Низкое энергопотребление позволяет носить устройство постоянно включённым. Барометрический высотомер определяет номер этажа при движении объекта внутри здания. Программное обеспечение может модифицироваться дистанционно. Для модуля не требуется подключения дополнительных датчиков движения, которые крепятся, например, на ноги.

Тенденция встраивания различных полезных устройств добралась даже до домашних тапочек, из которых, к примеру, можно сделать пылесос. Для этого в их подошвах размещаются сопла пылезаборников, контейнеры для пыли, источник питания и электродвигатель с миниатюрной воздушной турбиной. Возможно, чтобы поддерживать чистоту в казарме, аналогичное устройство можно встроить и в сапоги.

Первая интегрированная боевая солдатская система Land Warrior появилась более пятнадцати лет назад. Она включала в себя встроенный в униформу компьютер, а также радиостанцию и системы управляемого оружия. Окологлазный микродисплей (почти как у Терминатора) встраивается в шлем, а система навигации — в пояс и ботинки. Все эти устройства связаны между собой каналами связи. С их помощью солдат может передавать голосовые и цифровые данные, команды, изображения как другим членам своего подразделения, так и командирам.

Появляются новые типы нательной "умной" одежды для военнослужащих (smart shirt), которая содержит систему датчиков для мониторинга состояния и положения: локальной температуры тела, ЭКГ, пульса, наличия ранений или ожогов, целостности одежды. Нательная рубашка пронизана оптоволоконными нитями, которые позволяют, в частности, косвенно контролировать целостность кожного покрова, поскольку при проникающих ранениях нарушается локальная проводимость сети. Определяются положение зон поражения на теле пулей или осколками и тип ранения. В ту же одежду встраиваются микрошприцы с электронным управлением от автономного носимого компьютера или с терминала командира подразделения для введения антишоковых препаратов или противоядий. Активация шприцев может осуществляться как по инициативе самого бойца, так и по команде из блока носимой электроники или же по радиоканалу из командного терминала на основании показаний датчиков при потере бойцом сознания (например, после ранения или в результате контузии). "Умная" одежда также может быть совмещена с бронежилетом. При этом защитная одежда содержит армированные силовые элементы и интегрированные датчики пульса, температуры, а также механических повреждений текстильной брони.

Впрочем, носимая электроника — лишь этап перехода к электронике, встраиваемой в человеческое тело, которое станет электронным. Сможем ли мы действительно управлять приборами силой мысли? Не превратимся ли в придатки машин? Сегодня об этом спорят инженеры и философы, дизайнеры и врачи, специалисты по безопасности и педагоги.

Пожалуй, самое широко известное и распространённое применение имплантированной носимой электроники — электрокардиостимуляторы. С момента разработки первого образца в 1961 г. десятки миллионов людей использовали этот тип носимой электроники. Современные электрокардиостимуляторы имеют более совершенные свойства и расширенные функции.

Искусственная электронная кожа (e-skin) может частично воплотить эту идею в жизнь. Учёные из токийского университета (University of Tokyo's School of Engineering, Tokyo, Japan) разрабатывают гибкие электронные устройства, которые можно установить непосредственно на кожу человека. Они легко деформируются и растягиваются, превращая поверхность в сенсорный экран, который полезен не только в повседневной жизни, но и в случае, например, ожога. Простейший вариант этой технологии — татуировка, над каждой разновидностью которой давно работают различные группы специалистов.

Исследователи Иллинойского университета разработали имплантируемую сетку из компьютерных волокон, которые тоньше человеческого волоса и могут осуществлять мониторинг внутренних процессов тела с поверхности кожи. Компания Dangerous Things разработала NFC-чип, который имплантируется в палец с помощью очень простого процесса, похожего на нанесение татуировки, и позволяет вам разблокировать устройства или вводить код, просто указывая на нужный гаджет пальцем. В мире уже давно есть фанаты, разместившие в себе подобные чипы.

Специалисты Северо-Восточного университета в США разработали "татуировку" со встроенными наносенсорами, которая предназначена для контроля уровня кислорода в крови у пациентов с анемией. Эта же система может





использоваться, например, велосипедистами при мониторинге уровня натрия для предотвращения обезвоживания. Метод заключается в инъекции под кожу раствора, содержащего специально подобранные наночастицы, которые флюоресцируют при взаимодействии с молекулами натрия или глюкозы. С помощью смартфона можно контролировать изменение уровня флюоресценции.

Ряд компаний занимается разработкой сенсоров в виде временной татуировки — приклеиваемой на кожу тонкой плёнки. В частности, компания Electrozyme разработала сенсор метаболических веществ, выделяемых вместе с потом, который позволяет спортсменам оценить свой электролитный баланс, уровень гидратации, напряжение мышц и физическую работоспособность. Учёные из Калифорнийского университета используют аналогичную технологию для мониторинга диабета.

Вместо татуировки можно создать и новую кожу. Стандартная электронная кожа (e-skin) состоит из матрицы, которая включает в себя различные электронные компоненты — гибкие транзисторы, органические светодиоды и фотогальванические ячейки. Зачастую такие устройства построены из очень тонких слоёв материала, распылённого и вновь конденсированного на базе большой (до нескольких десятков квадратных сантиметров) основы для e-skin. Со временем учёные надеются превратить саму кожу в чувствительный экран, используя тактильные центры и сенсоры вместо дисплея.

В настоящее время решается задача совмещения всех этих устройств с телом человека таким образом, чтобы полноценно взаимодействовать с нервной системой, поскольку органические материалы на основе углерода практически не отторгаются организмом. Правда, частицы углерода хорошо диффундируют через клеточные мембраны, что может вызывать ещё не очень понимаемый специалистами иммунный ответ организма и, по неподтверждённым пока теориям, даже служить причиной возникновения опухолей. Вероятно, в ближайшие годы мы увидим, как прототипы электронных устройств на основе искусственной кожи входят в повседневную жизнь в качестве нательных датчиков, экранов и даже батарей, аккумулирующих получаемую непосредственно из человеческого тела энергию. Потом наступит время встроенных смартфонов, и люди смогут стать киборгами (если им это нужно, конечно).

Ещё дальше идут учёные, работающие над созданием технологий, превращающих всё наше тело в пользовательский интерфейс, с помощью которого человек сможет управлять самыми разнообразными устройствами. Одной из сфер эффективного использования электроники является реализация утраченных функций для инвалидов. В настоящее время уже есть протезы конечностей с электронным управлением, которое использует датчики положения других частей тела для того, чтобы обеспечить согласованное движение.

Уже разработано устройство, позволяющее слепым людям видеть. Электронные глаза представляют собой очки со встроенными КМОП-камерами, которые фиксируют изображение, обрабатывают и преобразовывают в сигналы управления, поступающие на вживлённые в мозг человека электроды. С помощью сигналов электрической стимуляции, подаваемых на электроды, отображается грубый рельеф с выделением контуров предметов ближнего плана для ориентации. Данное устройство не позволяет видеть так, как видят зрячие люди, но для человека становится доступной общая схема расположения окружающих его предметов.

Немецкая компания Implandata Ophthalmic Products разработала имплант, позволяющий обеспечивать постоянный мониторинг глазного давления для контроля развития глаукомы.

В американском агентстве DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) разрабатываются имплантаты в мозг, способные как записывать сигналы, приходящие из нервных узлов по массиву электродов, так и стимулировать другие нервные узлы в реальном времени для того, чтобы эффективно переподключить повреждённые секции мозга, что позволяет восстановить память. Около уха размещается внешнее устройство, которое может обмениваться данными с имплантатом и контролировать его работу.

Тактильные интерфейсы — лишь первый шаг по превращению нашего тела в центр управления армией устройств, облегчающих и улучшающих жизнь человека. Так, в Японии и Италии создаются устройства, позволяющие людям с ограниченными возможностями открывать дверь или отвечать на телефонный звонок буквально силой мысли. Кроме того, идут разработки микрочипов, которые будут не просто восстанавливать утраченные нейронные связи, но и создавать новые.

Уже сегодня есть пациенты, которые используют имплантированные устройства, работающие совместно с мобильным приложением для того, чтобы открывать кодовый замок или контролировать течение болезни, а то и лечить её. В частности, бионическая поджелудочная железа, которая проходит тестирование в Бостонском университете США, имеет микросенсор на имплантированной в тело иголке, который передаёт на смартфон данные об уровне сахара в крови.

Компания Stimwave Technologies разработала миниатюрный нейростимулятор для снятия болей в спине и ногах. Он представляет собой беспроводной имплантат со встроенным чипом и электродами и вводится в организм с помощью обычной иглы.

Компания Boston Scientific разработала имплантируемый нейростимулятор мозга Vercise, который предназначен для лечения людей с тремором (хроническим дрожанием). Имплантируемое устройство содержит источник питания, который может работать в течение 25 лет без замены, а сам прибор может очень точно настраиваться в соответствии с анатомией и потребностями пациента.

Задачей европейского проекта SmartHand является создание сменной руки, которая будет настолько близка по функциям к утраченной, насколько это возможно. SmartHand — это сложный протез с четырьмя двигателями и сорока датчиками, который подключается непосредственно к нервной системе пациента. SmartHand создаёт ощущение призрачной руки, известное многим, потерявшим конечность. Первый пациент уже смог поднимать предметы и ощущать кончики пальцев протеза.

Smart Dust, или "умная пыль", — это, возможно, самая последняя инновация в имплантологии. Представьте себе матрицу из компьютеров с антеннами, каждый из которых много меньше песчинки, которая может самоорганизовываться внутри тела в любую нужную сеть для того, чтобы обеспечить выполнение различных сложных внутренних процессов. Полчища этих микроустройств могут атаковать ранние проявления рака или избавлять от боли в ране. Быть может, они станут хранить важную информацию, которую трудно расшифровать или украсть. Используя "умную пыль", врачи смогут осуществлять различные действия без необходимости нарушения целостности тела, доставлять нужные лекарства в нужные места, проводить внутренние операции, осматривать внутренние органы и многое другое.

Какая бы электроника ни использовалась, ей нужен источник питания. В настоящее время для этого используются миниатюрные химические элементы, металлогидридные и полимерные аккумуляторы, топливные элементы, термогенераторы, пьезопреобразователи и преобразователи кинетической энергии в электрическую. А к примеру, одной из важнейших проблем технологий имплантации является доставка питания в устройство, которое находится в теле человека, и его нельзя извлечь или подключить к электророзетке. Исследователи лаборатории Драпера в Кембриджском университете разработали биоразлагаемый гальванический элемент (батарею), который способен генерировать энергию внутри тела, передавать её беспроводным способом, если это необходимо, а затем растворяться и исчезать.

Фонд Гейтса поддерживает проект Массачусетского технологического университета по созданию имплантируемого женского контрацептива, который можно контролировать снаружи. Это — миниатюрный встроенный в тело чип, который генерирует небольшие количества контрацептивного гормона внутри женского тела и может работать до 16 лет без перерыва. Имплантация не более болезненная, чем нанесение татуировки. Кроме того, по мнению разработчиков, "возможность включить или выключить устройство — это очень удобный инструмент для тех, кто планирует состав своей семьи". Тут главное — не потерять пульт управления…

В учёном мире хватает скептиков, но хватает и тех, кто с энтузиазмом принимает новые возможности человека. Наверняка электроника в нашем теле

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.

сразу же будет использоваться и для развлечений. Возможности открываются безграничные — от создания реалистичной картинки прямо в глазу человека до реалистичных симуляций игровой реальности. Главное — не утратить управление всеми этими чудо-приборами.

В скором будущем уже осуществятся и прогнозы фантастов об оружии, срабатывающем только в руках владельца. К авторизации по отпечатку пальца добавится и пароль, вшитый в ваш личный чип-идентификатор.

Подключение человеческого мозга напрямую к компьютеру — это мечта (или кошмар) любителей фантастики и чудесных изобретений. И эта мечта, похоже, близка к реализации. Исследователи из компании BrainGate при Университете Брауна в США занимаются именно этой задачей. Используя имплантированный в мозг набор электродов размером с таблетку аспирина, учёные смогли показать, что сигналы нейронов могут быть в реальном времени декодированы компьютером и использованы для управления различными устройствами. А команда исследователей из University of the Witwatersrand в Йоханнесбурге уже подключила человеческий мозг напрямую к сети Интернет в режиме реального времени. Проект называется Brainternet, что хорошо перекликается с приведённым выше. Собранные в ходе эксперимента данные должны помочь разработчикам при создании интерфейсов нового поколения.

По прогнозам Intel, переход к практическому использованию интерфейса компьютер—мозг человека начнётся ещё до 2020 г. Представьте, что вы получили способность пользоваться Интернетом, используя свои мыслительные способности, что может показаться феноменальной возможностью. Остаётся только научиться избавляться от вирусов с хакерами и путаницы в мыслях. Возможно, кто-нибудь даже поможет вам разобраться. И не исключено, что этот кто-то может оказаться Большим Братом, которому очень пригодятся управляемые киборги. Таким образом, прогрессивное человечество стоит на пороге изменений, которые могут сделать мир и намного удобнее, комфортнее, и, возможно, политически грамотнее.

С другой стороны, научившись пользоваться мозгом как инструментом управления внешней, носимой и внедрённой электроникой, человечество делает ещё один шаг к тому, что давно создано природой. К примеру, разве не с помощью мозга мы управляем своим телом? И, может быть, не до конца поняли, что мы ещё умеем?

По материалам ***kit-e.ru, zhenskiyblog.ru, 3dnews.ru, ferra.ru, 374.ru, kaspersky.com, hi-news.ru, popmech.ru, ixbt.com.***

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Высылаем почтой радионаборы, радиодетали. Каталог бесплатный. Конверт с обратным адресом обязателен.

E-mail: **gsa6363@mail.ru**
www.elecom.w500.ru

* * *

Дистанционные курсы обучения программированию микроконтроллеров STM32, AVR, Arduino, PIC, STM8.

Занятия проводятся по электронной почте или с помощью программы Skype. Обучение может быть направлено на решение стоящей перед вами задачи.

www.electroniclab.ru/courses.htm
т. +7-912-619-5167

* * *

НОВЫЕ НАБОРЫ
на российском рынке!
Свыше 200 моделей!
Для дома, бизнеса и офиса.
8-495-545-92-41
WWW.RADIO-KIT.RU

К 80-ЛЕТИЮ СОВЕТСКОЙ РАДИОКОНТРРАЗВЕДКИ

Страницы истории советской радиоконтрразведки

Предвоенные годы

В. МАКАРОВ, канд. филос. наук, г. Москва

28 августа 2017 г. исполнилось 80 лет Службе радиоконтрразведки. О некоторых страницах её истории рассказывает эта статья.

Первая мировая война пополнила арсенал технических разведок ведущих мировых держав новым, самостоятельным видом — радиоразведкой. Возможности радиоразведки обеспечивали "...получение информации путём перехвата с помощью радиосредств открытых и шифрованных сообщений, радиопереговоров; обработку и анализ полученных данных и подготовку на их основе информационных материалов для дальнейшей передачи заинтересованным структурам и органам страны" [1].

Во время боевых действий на фронтах Первой мировой войны все воюющие стороны вели систематическое наблюдение за радиосвязью противника и осуществляли перехват передаваемых материалов. Например, англичанам удалось заполучить немецкий шифр, коды и регулярно расшифровывать радиограммы, которые немцы передавали своим дипломатам за границу, а также радиограммы, которыми обменивалось немецкое военно-морское командование с надводными кораблями и подводными лодками. В свою очередь, германская радиоразведка контролировала работу радиостанций противника и, таким образом, добывала данные о перемещении частей и оперативных планах военного командования стран Антанты.

В годы Первой мировой войны появились и первые технические средства разведки и радиоконтрразведки — радиопеленгаторы: "Радиопеленгаторы как средство радиошпионажа впервые появились в действующих армиях в 1915—1916 гг. Радиопеленгаторная аппаратура внесла новое содержание в радиошпионаж и принципиально расширила его возможности. С её помощью стали определять местонахождение радиостанций противника и тем самым устанавливать расположение штабов, частей и соединений, время начала и направление их перемещений. С применением радиопеленгаторов засекались выходы в эфир и координаты передатчиков вражеских агентов" [2].

После окончания Первой мировой войны, наряду с традиционными для разведки и контрразведки способами и методами связи агентов со своими резидентами и центрами, стала внедряться агентурная радиосвязь. Этому способствовало развитие радиотехники, которое привело к созданию портативных радиопередатчиков и радиоприёмников ВЧ-диапазона. С их помощью агенты-радисты могли при заброске их в тыл противника устанавливать устойчивую двухстороннюю радиосвязь с агентурным центром, находящимся на расстоянии в несколько сотен километров.

Противостоять радиоразведке противника, выявлять и перехватывать его агентурные радиолинии призвана радиоконтрразведка, которая способна "играть на одном поле" с радиоразведкой противника. В 1925—1926 гг. радиоконтрразведка — служба перехвата — была создана в Германии. Одними из первых радиоразведку и применение агентурных радиостанций для связи со своей агентурой стали применять спецслужбы Германии. Об этом, в частности, написал в своей книге немецкий историк Герд Бухгайт.

"В этой невидимой борьбе тайных служб абвер с самого начала пол-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2017

ностью осознал огромное значение радиосвязи, которая в техническом плане далеко ушла вперёд со времён Первой мировой войны. Для систематического слежения за радиопереговорами в военных флотах других стран, имевших для нас преимущественное значение, были развёрнуты станции дальнего радиоперехвата. Они получили официальное обозначение B-Dienststellen (станции радионаблюдения)..." [3].

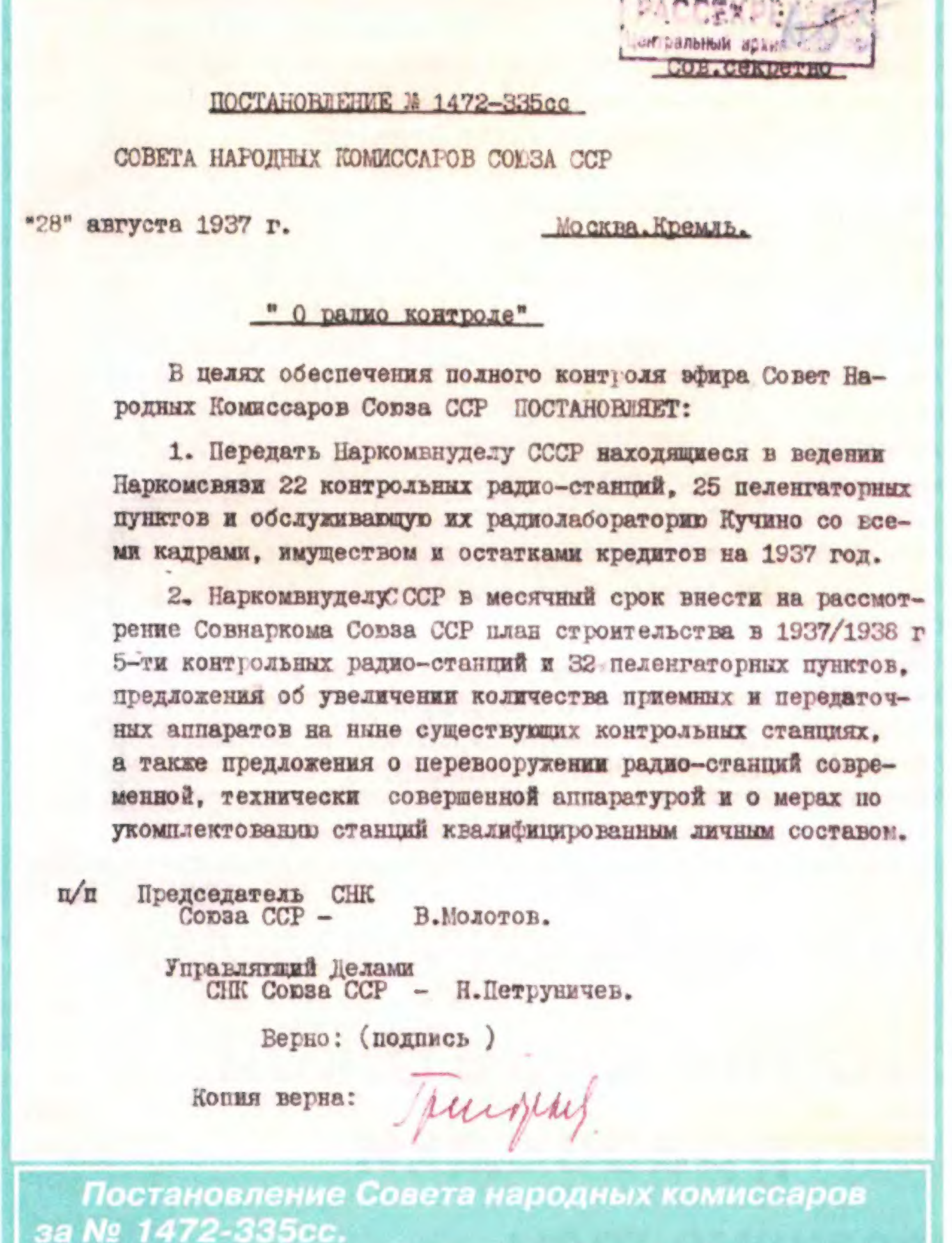
Взяв это новшество на вооружение, разведывательные службы нацистской Германии, прежде всего, германская военная разведка, в 1934—1936 гг. организовали массовую подготовку агентуры, в том числе обученной использовать для связи с разведцентром радиоаппаратуру. В этот период на территории Германии были созданы радиоцентры в Берлине, Мюнхене, позднее во Франкфурте-на-Майне, которые, как правило, были совмещены с центрами по подготовке агентов-радистов.

К началу Второй мировой войны радиоконтрразведывательные средства Германии представляли из себя стационарные радиостанции, оснащённые современной аппаратурой, которая позволяла наблюдать за эфиром в диапазоне работы большинства радиостанций мира.

Советские спецслужбы, возможно, впервые столкнулись с радиошпионажем ещё в период интервенции англо-французского десанта весной 1918 г. в Мурманске. В материалах дела Французской военной миссии (ФВМ, 1918—1919) сохранилась такая запись: "Фаусси (Марсель Фаусси — французский офицер, поручик, в 1918 г. начальник отделения ФВМ в Петрозаводске) всячески стремился поддерживать связь с англо-французским командным составом десантного отряда, в частности, поступали к Нацаренусу (Сергей Петрович Нацаренус — в 1918 г. Чрезвычайный комиссар Мурманско-Беломорского края) заявления телеграфистов-морзистов, а также радиотелеграфистов, что кто-то тайно работает на морзе и радио. Хотя пользовавшегося аппаратом, за отсутствием надлежащей разведки, обнаружить не удавалось, тем не менее были полные основания предполагать, что эту связь по аппарату имеют, именно, лица французской миссии".

В молодой Республике Советов также обратили внимание на использование радиосвязи в целях разведки. 21 октября 1918 г. в Рабоче-Крестьянской Красной Армии (РККА) декретом Совета народных комиссаров (СНК) было создано Регистрационное управление (впоследствии Главное разведывательное управление Красной Армии). Первым руководителем управления был назначен С. И. Аралов.

13 ноября 1918 г. в составе 1-го (агентурного) отдела Регистрационного управления РККА, по инициативе Аралова, было создано первое подразделение радиоразведки — приёмно-контрольная станция в Серпухове (в апреле 1920 г. — приёмно-информационная радиостанция при Полевом штабе Реввоенсовета Республики), начальник — Х. Иванов. В 1920-е годы радиоразведка находилась в составе частей радиосвязи РККА. Станция в Серпухове осуществляла перехват и дешифровку радиограмм иностранных корреспондентов. В 1925 г. подразделения радиоразведки начали создаваться и в советском Военно-морском флоте.


Сов.секретно

ПОСТАНОВЛЕНИЕ № 1472-335сс

СОВЕТА НАРОДНЫХ КОМИССАРОВ СОЮЗА ССР

"28" августа 1937 г. Москва.Кремль.

" О радио контроле"

В целях обеспечения полного контроля эфира Совет Народных Комиссаров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Передать Наркомвнуделу СССР находящиеся в ведении Наркомсвязи 22 контрольных радио-станций, 25 пеленгаторных пунктов и обслуживающую их радиолабораторию Кучино со всеми кадрами, имуществом и остатками кредитов на 1937 год.

2. НаркомвнуделуСССР в месячный срок внести на рассмотрение Совнаркома Союза ССР план строительства в 1937/1938 г 5-ти контрольных радио-станций и 32 пеленгаторных пунктов, предложения об увеличении количества приемных и передаточных аппаратов на ныне существующих контрольных станциях, а также предложения о перевооружении радио-станций современной, технически совершенной аппаратурой и о мерах по укомплектованию станций квалифицированным личным составом.

п/п Председатель СНК
Союза ССР - В.Молотов.

Управляющий Делами
СНК Союза ССР - Н.Петруничев.

Верно: (подпись)

Копия верна:

Постановление Совета народных комиссаров за № 1472-335сс.

В начале 1930-х годов советская радиоразведка обрела самостоятельность. Её подразделения вывели из состава частей связи РККА и передали в Разведывательное управление (РУ) Штаба РККА, где была организована секция (отдел) радиоразведки, которую возглавил бригадный инженер Я. А. Файвуш, ведущий теоретик радиоразведки тех лет. Отдел осуществлял руководство отдельными радиодивизионами особого назначения (ОРД ОСНАЗ).

В предисловии к своей книге Файвуш писал: *"Радиоразведка относится к числу самых новых видов разведки. В течение продолжительного времени ей не придавалось значение... При усовершенствовании методов работы и технической организации радиоразведка, несомненно, может дать весьма значительные результаты, и что весьма важно, результаты часто совершенно недоступные другим видам разведки. ... Радиоразведке с полным успехом можно сопротивляться только пассивно, прекращением своей работы. Но не только в этом сила радиоразведки. Её значение ещё в том, что по отдалённости своего проникновения она не имеет соперников"* [4].

Последнее из указанных Файвушем преимуществ радиоразведки логически привело к использованию новых способов и методов агентурной связи в практике советских спецслужб. В 1931 г. подразделения радиоразведки были исключены из батальонов связи. Началось самостоятельное организационное развитие радиоразведки сначала в качестве тяжёлых радиопеленгаторных рот, а затем, с начала 1935 г., в виде отдельных радиодивизионов особого назначения [5].

Перед самым началом войны начальник Главного разведывательного управления Генштаба РККА генерал-лейтенант Ф. И. Голиков приказал сформировать и укомплектовать кадрами и спецтехникой 16 радиодивизионов ОСНАЗ. Они входили в состав Главного разведывательного управления (ГРУ) Генштаба Красной Армии. В каждом батальоне было от 18 до 20 приёмников перехвата и четыре пеленгатора.

С началом агрессии нацистской Германии против СССР эти подразделения стали основной организационной единицей радиоразведки. В ходе боевых действий на советско-германском фронте подразделения ОСНАЗа вели перехват открытых и шифрованных сообщений немцев и их союзников в прифронтовой полосе и занимались пеленгацией вражеских передатчиков, создавали радиопомехи, участвовали в операциях по дезинформации противника.

Советская радиоконтрразведывательная служба (РКРС) была создана несколько позже, чем другие структурные подразделения органов безопасности. В 1921—1937 гг., находясь организационно в системе Наркомпочтеля (Наркомата почт и телеграфа, позже — Наркомат связи), она была представлена "радиостанциями по контролю за эфиром". Как правило, контрольно-слежечные радиостанции в то время представляли собой один или два поста радиоконтроля, а также пеленгаторный пункт, удалённый от них на несколько сотен метров.

С конца 1930-х годов в НКВД СССР также приступили к созданию собственной РКРС, которая по тому времени имела на вооружении самую мощную и совершенную аппаратуру. Со временем становилось всё более очевидным, что существующая структура организации и работа радиоконтрразведки в условиях, когда её основные радиосредства и личный состав находились в системе Наркомата связи, не отвечали возросшим требованиям усиления борьбы с разведками противника.

По ходатайству органов безопасности СНК СССР рассмотрел этот вопрос и 28 августа 1937 г. выпустил специальное постановление, в котором обязал Наркомат связи СССР "передать в Наркомат внутренних дел 22 контрольные радиостанции, 25 пеленгаторных пунк-

тов и обслуживающую их лабораторию со всеми кадрами и имуществом".

Первое подразделение радиоконтрразведки советских органов безопасности входило в состав Отдела оперативной техники НКВД СССР. 19 июня 1938 г. приказом НКВД СССР № 00378 Отдел оперативной техники был переименован во 2-й Спецотдел НКВД СССР [6]. С 1938 г. и до конца Великой Отечественной войны отдел возглавлял генерал-лейтенант (1945) Е. П. Лапшин. В составе этого отдела в 1939—1940 гг. было создано самостоятельное отделение радиоразведки и радиоконтрразведки.

В 1940 г. было полностью закончено строительство и введено в эксплуатацию 13 контрольно-слежечных радиостанций, введены в эксплуатацию все пеленгаторные пункты. Всего с начала строительства выполнена работа на сумму 48 миллионов рублей. Новые 13 радиостанций были оснащены современной радиоаппаратурой, позволяющей осуществлять контроль за эфиром; установлено 227 приёмников, 17 аппаратов звукозаписи и 56 аппаратов пишущего приёма. На каждой контрольной радиостанции и выделенном пеленгаторном пункте установлены передающие устройства для осуществления связи в любое время с командными станциями и, наоборот, командных станций со всеми приданными к станциям.

Для специальной подготовки в 1939—1940 учебном году были организованы шестимесячные курсы операторов-радистов в Новосибирске, Ростове, Хабаровске, Москве и Владивостоке. На курсах были подготовлены 205 радистов. В 1940—1941 учебном году были организованы такие же восьмимесячные курсы в Москве, Киеве, Ташкенте и Ленинграде, на которых обучались 130 человек.

Однако и этой работы по подготовке квалифицированных специалистов оказалось недостаточно. По состоянию на 15 марта 1941 г. в радиоразведывательных и радиоконтрразведывательных подразделениях НКГБ СССР имелся некомплект больше 250 человек. В конце 1940 г. при Высшей школе НКГБ СССР в Москве было организовано специальное отделение по подготовке руководящего состава работников радиослужбы со сроком обучения шесть месяцев, на которых обучались 20 человек.

В предвоенный период были проведены и важные организационные мероприятия. До 1939 г. отсутствовала единая методика в организации радиоразведывательной и радиоконтрразведывательной службы, не было оперативно-технического сочетания в деле взаимодействия периферийных средств сети контрольно-слежечных станций и пеленгаторных пунктов.

В результате деятельности радиоразведки и радиоконтрразведки в 1939—1940 гг. на территории СССР выявлены 36 радиостанций иностранных разведок и десять иностранных разведывательных сетей, в том числе две радиосети германской военной и военно-морской разведки.





Здание РКРС (г. Владивосток) в 1938—1940 гг.



Слушатели курсов радиоспециалистов, 1938 г.

В обязанности РКРС входило выявление, розыск и ликвидация нелегальных радиостанций на территории Советского Союза; разработка иностранных секретных радиосетей и реализация добытого материала через оперативные отделы; перехват шифрорадиограмм от иностранных радиостанций; оперативное обслуживание радиолюбителей; техническое оснащение объектов радиослужбы в центре и на местах; подготовка личного состава для объектов радиослужбы; учёт и контроль работы советских официальных и секретных радиостанций; контроль за организацией так называемой службы "мешающих действий" и оснащение этой службы средствами подавления и др.

На тот период аппаратура, находившаяся в ведении Наркомата связи, была морально устаревшей, а персонал обладал недостаточной технической подготовкой. В этой связи был принят ряд неотложных мер по оснащению радиоразведывательных и радиоконтрразведывательных подразделений новым оборудованием и по подготовке квалифицированных кадров.

Согласно постановлению советского правительства, в 1938 г. были начаты строительство 27 новых контрольно-слежечных радиостанций, 34 выделенных пеленгаторных пунктов и реконструкция 11 существующих пеленгаторных пунктов.

В 1939 г. в основном были выстроены технические и подсобные здания для контрольных радиостанций и частично введены в эксплуатацию 38 вновь выстроенных пеленгаторных пунктов. На всех пунктах была установлена новая пеленгаторная аппаратура, изготовленная лабораториями 2-го Спецотдела НКВД СССР.

3 февраля 1941 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР НКВД СССР был разделён на два наркомата — НКВД СССР и НКГБ СССР. В результате 2-й Спецотдел был преобразован в 4-й отдел НКГБ СССР (оперативной техники) [6].

Вместе с тем к лету 1941 г. оставался целый ряд нерешённых задач по совершенствованию работы радиоразведки и радиоконтрразведки. К их числу относились существенный разрыв между разработками иностранных разведывательных сетей (4-й отдел НКГБ) и разработкой шифрованных материалов, перехватываемых от этих сетей (5-й отдел НКГБ); большой некомплект оперативного состава контрольно-слежечных радиостанций и недостаточная подготовка операторов к технике розыска и ориентировки в эфире; недостаточное внедрение в технику розыска нелегальных радиостанций передвижных пеленгаторов на автомашинах.

К числу недостатков 4-й отдел НКГБ относил и нерешённый вопрос о строительстве двух контрольно-слежечных станций и пяти пеленгаторных пунктов в Прибалтике, так как в начале 1941 г. была обнаружена работа пяти нелегальных радиостанций в этом регионе и имелись данные о наличии значительно большего числа радиостанций, принадлежащих германской военной разведке.

Устранять эти недостатки пришлось уже в условиях военного времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лайдинен Э. П., Веригин С. Г.** Финская разведка против Советской России. Специальные службы Финляндии и их разведывательная деятельность на Северо-Западе России (1914—1939 гг.). — Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2004.

2. **Анин Б. Ю., Петрович А. И.** Радиошпионаж. — М.: Международные отношения, 1996.

3. **Бухгайт Г.** Абвер — "щит и меч" III Рейха. — М.: Яуза, 2013.

4. **Файвуш Я.** Радиоразведка. Организация и применение. 2-е изменённое и дополненное издание. — М.: Издание IV управления штаба Раб.-Кр. Кр. Армии, 1930.

5. Великая Победа, т. Х: Война в эфире. — М.: 2013.

6. **Петров Н. В., Скоркин К. В.** Кто руководил НКВД, 1934—1941: Справочник. — М.: Звенья, 1999.

(Продолжение следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Однокаскадный ламповый УМЗЧ

С. ГРИШИН, г. Волжский Волгоградской обл.

В статье описана конструкция однокаскадного лампового УМЗЧ небольшой мощности, используемого автором совместно с АС, построенной на основе широкополосных головок повышенной чувствительности. В усилителе применено параллельное включение двух пентодов 6П9, отличающихся высоким усилением. Это и позволило получить выходную мощность до 4 Вт при работе с источником сигнала, обеспечивающим напряжение сигнала до 1,5...2 В, т. е. от любого проигрывателя компакт-дисков или смартфона.

Современный исторический период, с точки зрения технологии, можно отнести к цифровой эре. Цифровые технологии в фотографии, звукозаписи, телевидении, радиосвязи, навигации, в "умном доме" и пр. — реалии нашего времени. Наряду с компьютерными средствами связи и передачи информации, они предоставили возможности, о которых раньше нельзя было и мечтать. В определённом смысле можно говорить об охвате этой технологией всего нашего быта и производства.

В последнее время численность любителей хорошего звука стала увеличиваться за счёт поколения, рождённого в цифровую эру и не заставшего ни виниловых дисков, ни магнитофонов. В значительной мере этому способствует тот факт, что бóльшую часть музыки современный человек прослушивает через головные телефоны с мультимедийного плейера или смартфона, а в стационарных условиях — через нехитрую акустическую систему телевизора или компьютера с простыми однокристальными УМЗЧ.

Тем не менее с претензией на лучшее звуковоспроизведение известный производитель компьютерного железа тайваньская компания AOpen в 2002 г. выпустил материнскую плату AX4B-533 Tube со звуковым трактом на лампе и несколькими "аудиофильскими" конденсаторами MultiCap, резисторами Vishay и проводами Cardas. Причём лампу поставили нашу, российскую Sovtek 6922 (6Н23П). Затем была конструкция AOpen AX4GE Tube-G [1], с предварительным усилителем на трёх лампах и деталями попроще. И всё — эта инициатива подхвачена не была. В самом деле, чтобы повлиять на звуковоспроизведение кардинально, мало применить только буферный ламповый каскад, да и решение проблем теплового режима и режима питания лампы сразу увеличивает стоимость изделия.

Что же можно сделать в этом направлении? Ответ — применить полноценный ламповый усилитель. Каким требованиям должен соответствовать УМЗЧ? Безусловно, усилитель должен быть построен в соответствии с определёнными правилами, сложившимися в результате вековой практики лампового звуковоспроизведения, с учётом современных технологий. По возможности он должен быть несложным, иметь достаточную выходную мощность и хорошие параметры, разумные габариты и массу. Вопрос теплового режима и энергопотребления тоже может оказаться актуальным. В общем, понятный набор требований, зачастую находящихся в противоречии друг с другом.

В отличие от транзисторной схемотехники, ламповая традиционна. Придумать что-то прорывное сложно. Первая мысль при взгляде на схему лампового УМЗЧ — как всё просто! Но секрет хорошего звука, как правило, не в каком-то необычном схемотехническом решении, а в тщательной проработке конструкции и правильном выборе используемых элементов.

Один из принципов ламповой схемотехники — звуковой тракт должен быть максимально коротким, а число каскадов усиления — минимально. Хотя на практике не всё так уж однозначно, тем не менее, при прочих равных условиях, два каскада усиления предпочтительнее, чем три. Малокаскадность — одно из преимуществ ламповой схемотехники. От лампового каскада можно получить большой коэффициент усиления, при этом число каскадов усиления минимально. Отсюда и особая звуковая панорама: музыкальные инструменты и голоса расположены по всему акустическому пространству. При прослушивании АС с "правильным" ламповым усилителем через некоторое время о громкоговорителях просто забываешь, их как бы нет, звук растворяется в пространстве, мозг перестаёт ассоциировать их с источником звука (конечно, при соответствующем качестве записи исходной фонограммы).

Итак, два каскада лучше, чем три. Тогда один лучше, чем два? Но может ли УМЗЧ иметь один каскад усиления? В середине прошлого века были устройства, в которых УМЗЧ построен всего на одной лампе — пентоде 6П9, например, в телевизорах "Рекорд-12", "Енисей". Применяли его и в любительских конструкциях усилителей.

Изначально эта лампа предназначалась для выходных каскадов широкополосных усилителей, в частности, в видеоусилителях телевизионных устройств [2]. Тем не менее любители лампового звучания успешно применяют эту лампу в звуковом тракте в предоконечном и выходном каскадах. Кроме того, лампа до сих пор доступна и недорога.

Пентод 6П9 имеет восьмиштырьковый (октальный) цоколь и металлический ударопрочный корпус. Зарубежные аналоги — 6L10 и 6AG7. По основным параметрам (но, увы, не по звучанию) к 6П9 близка отечественная пальчиковая лампа 6П15П (причём мощность рассеяния на аноде — до 12 Вт).

Благодаря большой крутизне (10...11 мА/В) и высокому внутреннему сопротивлению (80...100 кОм) пентод 6П9 обладает усилением, достаточным для построения однокаскадного усилителя мощности! С одной лампы при входном напряжении 1,5 $В_{эфф}$ можно получить выходную мощность до 2 Вт при коэффициенте гармоник около 4 %. Но проблема в том, что анодная нагрузка при этом должна быть примерно 10 кОм. Изготовление выходного трансформатора для такого случая — непростое дело. Но если использовать две лампы, включаемые параллельно, чувствительность усилителя не изменится, но эквивалентное сопротивление нагрузки уменьшится вдвое. Выходная мощность, естественно, в два раза больше. Изготавливать выходной трансформатор для эквивалентной нагрузки сопротивлением 5 кОм уже проще. Видимо, подобным образом рассуждал и автор конструкции [3]; приведённая там схема усилителя и была взята за основу.

Схема усилителя

Схема одного канала стереофонического усилителя с блоком питания представлена на **рис. 1**. Это однотактный усилитель мощности на двух пентодах, включённых параллельно, без ООС, с фиксированным смещением, обеспечивающим анодный ток каждой лампы 30 мА. Можно использовать и автоматическое смещение. Для этого в цепь катода каждой лампы следует включить резистор сопротивлением 68...100 Ом (подбирают для каждой лампы по анодному току) мощностью 0,5 Вт, зашунтированный оксидным конденсатором ёмкостью 500...1000 мкФ на номинальное напряжение 16 В. От качества этого конденсатора в значительной степени зависит звучание. Третью сетку при этом соединяют с катодом, туда же нужно присоединить и нижний по схеме вывод стабилитрона VD7.

Пентод 6П9 на выходе УМЗЧ — определённый вызов современным представлениям, в соответствии с которымй считается, что хорошее звучание можно получить, применяя только триоды либо пентоды и тетроды в триодном включении. Действительно, триод более линеен и его внутреннее сопротивление меньше (соответственно меньше и индуктивность первичной обмотки выходного трансформатора). Но максимальная выходная мощность такого усилителя на 6П9 снижается, уменьшается и чувствительность. С другой стороны, существует немало сторонников пентодных усилителей, утверждающих, что музыкальные произведения определённых жанров лучше звучат именно с пентодными усилителями. Кроме того, главный козырь описываемого усилителя в том, что он однокаскадный, а перевод ламп в триодный режим потребует второго каскада усиления. И сложно ска-

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2017

зать заведомо, что будет звучать лучше: двух- либо трёхкаскадный УМЗЧ на триоде или однокаскадный на пентоде [4].

Нужно отметить, что при параллельном включении ламп требуется их подбор. Ведь в таком усилителе лампы работают как бы "дуэтом". И результат

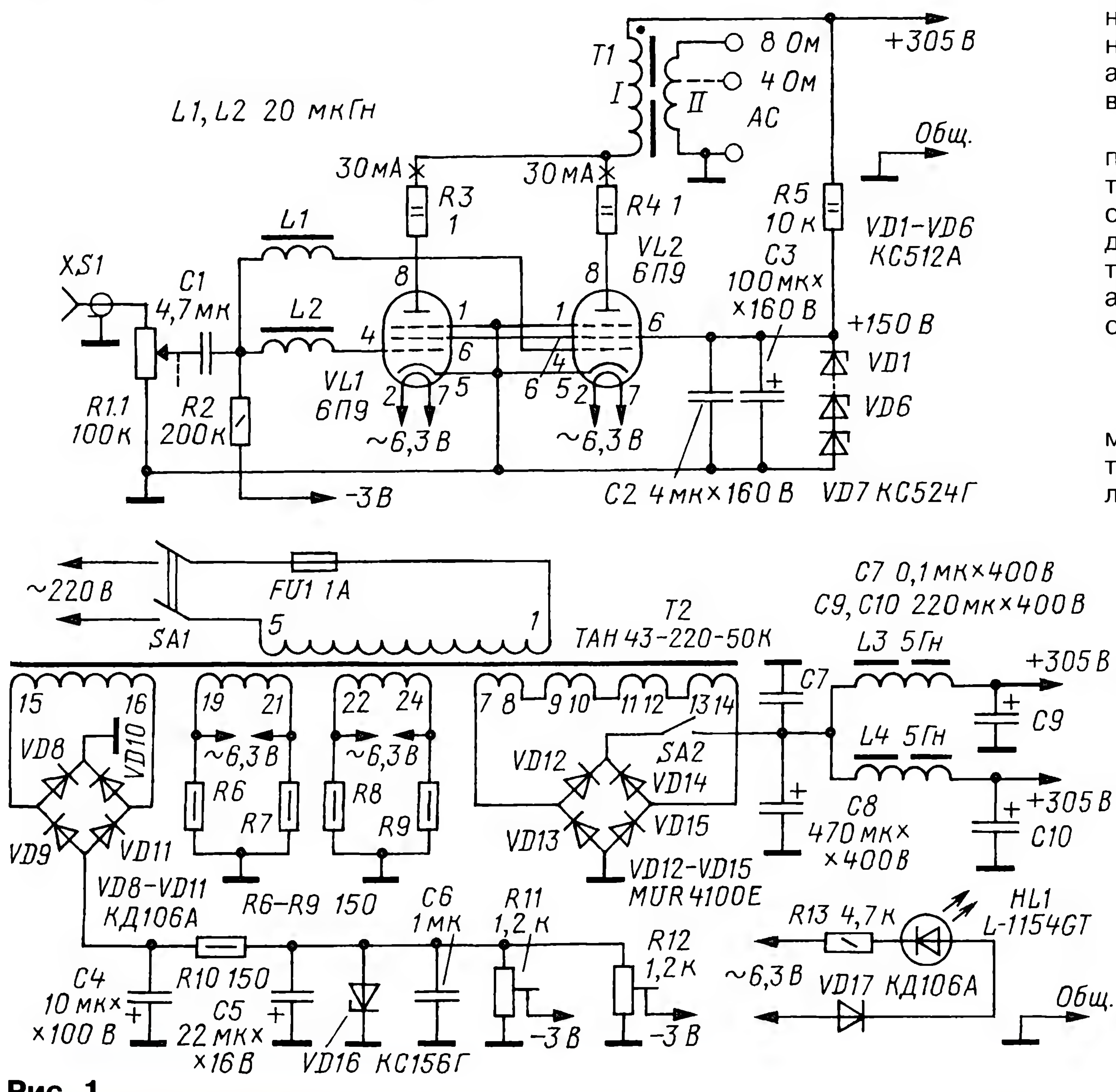


Рис. 1

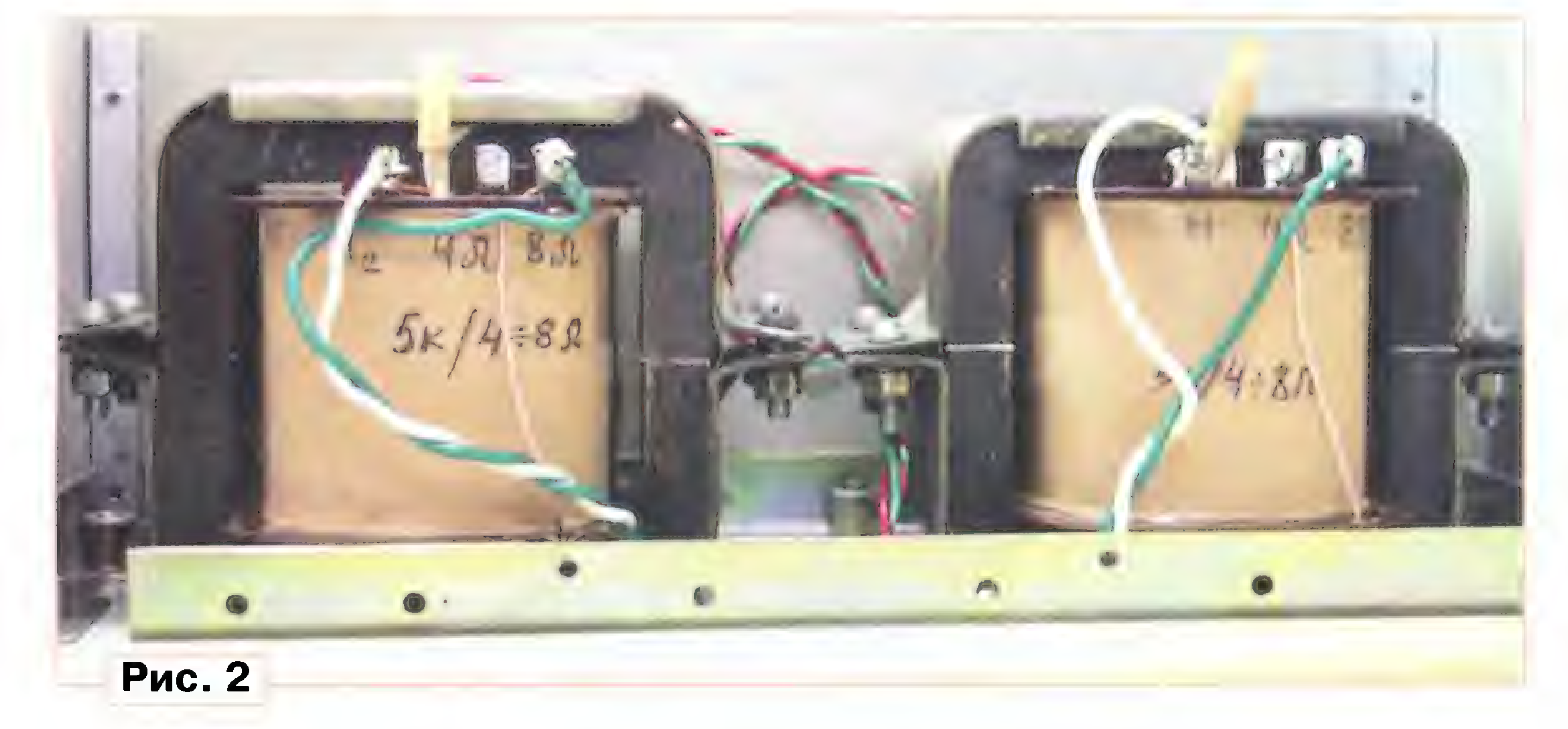


Рис. 2

во многом зависит от того, насколько хорошо они подобраны, сделать это самому несложно, имея возможность их выбора; 6П9 — лампа не дорогая.

Основное отличие схемы усилителя на рис. 1 от приведённой в [3] — это наличие стабилизатора напряжения для второй (экранирующей) сетки. Контрольное прослушивание показало, что введение стабилизатора заметно улучшило звучание. Дело в том, что линейность пентода очень сильно зависит от стабильности напряжения на второй сетке, а на больших амплитудах сигнала напряжение на второй сетке тоже начинает меняться. Конденсатор фильтра между сеткой и общим проводом не всегда справляется с таким явлением (на самых низких частотах).

В этой конструкции применён параметрический стабилизатор на шести стабилитронах КС524Г и одном КС512А на общее напряжение 150 В. Цепь стабилитронов зашунтирована конденсаторами МБГО ёмкостью 4 мкФ и оксидным ёмкостью 100 мкФ на 160 В (Jamicon).

Вместо цепи стабилитронов можно применить один КС650А. При этом для двух каналов необходимо подобрать два с нужным напряжением стабилизации и установить их на теплоотводы (рассеиваемая мощность — 1,5...2 Вт).

Стабильное напряжение для второй сетки можно обеспечить также с ламповым (на СГ13П) или транзисторным стабилизатором.

Резисторы R3, R4 в анодных цепях служат для контроля анодного тока при налаживании. Падение напряжения на них в милливольтах численно равно току анода в миллиамперах. После налаживания их можно исключить.

Выключатель питания SA1 включён последовательно с сетевой обмоткой трансформатора. Для увеличения срока службы ламп, с целью их защиты от подачи анодного напряжения в непрогретом состоянии, непосредственно в цепь анодного напряжения установлен ещё один выключатель SA2.

Детали и узлы

Обычно для предотвращения возможных возбуждений на высоких частотах входной сигнал подаётся на управляющие сетки через "антизвонные" резисторы сопротивлением 1...3 кОм. В данной конструкции в сеточной цепи отдано предпочтение применению дросселей. Сравнительное прослушивание усилителя с резисторами БЛП, а затем с дросселями ДМ2,4-20 индуктивностью 20 мкГн в сеточных цепях выявило некоторое преимущество дросселей. Подобные дроссели можно намотать и самостоятельно на ферритовых кольцах, число витков ориентировочно 10—15. Вместо дросселя можно использовать ферритовые трубки диаметром 3 мм, которые надевают на сигнальный провод, идущий к лампе. Их можно найти на старых компьютерных платах или в импульсных блоках питания. Такая трубка может увеличивать индуктивность проводника (например, эмалированного обмоточного провода) до 10...20 мкГн.

В данной конструкции применён импортный переменный резистор R1 (спаренный). Лучше поставить сдвоенный переменный резистор ALPS RK27 стерео (Blue Velvet) японской фирмы ALPS Electric. Постоянные резисторы можно применить любые из серий С2-23, С2-29, ВС, БЛП.

Если в качестве источника сигнала для этого усилителя предполагается использовать исключительно компьютер, то в этом случае можно вообще обойтись без регулятора громкости на входе усилителя, регулируя уровень входного сигнала непосредственно с компьютера, реализовав так называемый "короткий тракт".

Особенностью усилителя является отсутствие межкаскадных разделительных конденсаторов. Здесь же есть лишь конденсатор во входной цепи — полиэтилентерефталатный К73-17.

В данной конструкции применены самодельные выходные трансформаторы (**рис. 2**) на броневом ленточном магнитопроводе из стали Э310, соответствующем типоразмеру ШЛ20×32, площадь сечения — 6,4 см^2.

Он наиболее близок к трансформатору ОСМ1-0,063 промышленного производства. Для первичной обмотки

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

использован обмоточный провод диаметром 0,23 мм, для вторичной — 1 мм. Для указанного на схеме режима работы сопротивление нагрузки, приведённое к первичной обмотке, немного более 4,8 кОм. Индуктивность первичной обмотки для расчётной граничной частоты $f_н$ = 40 Гц должна быть 19...20 Гн, что соответствует примерно 5000 витков. Коэффициент трансформации n = 31 для нагрузки сопротивлением 4 Ом и n = 22 — для 8 Ом. В одном слое катушки можно уложить до 180 витков первичной обмотки и до 40 витков вторичной обмотки. Таким образом, 5040 витков первичной обмотки можно намотать в 22 слоя, а 160 витков вторичной (для нагрузки 4 Ом) — в четыре слоя. Добавив к ней ещё 69 витков, трансформатор можно использовать на нагрузку 8 Ом. Учитывая, что добавочная обмотка предназначена для нагрузки 8 Ом, её можно намотать более тонким проводом.

Для получения достаточной широкополосности усилителя обмотки выходного трансформатора должны быть оптимально секционированы. Секционирование уменьшает индуктивность рассеивания трансформатора, но чрезмерное секционирование приводит к росту межобмоточной ёмкости, а также к ограничению полосы пропускания в области высоких частот. Ёмкость можно снизить, увеличивая толщину межобмоточной изоляции, но при этом уменьшаются коэффициент заполнения и потокосцепление между обмотками. Триод обладает малым внутренним сопротивлением; для него основной проблемой является индуктивность рассеяния, поэтому первичную обмотку триода разбивают на 4—5 (а то и более) секций, между которыми укладывают секции вторичной обмотки, которые, обычно, соединяют параллельно. Внутреннее сопротивление пентода велико, влияние индуктивности рассеяния незначительно. Основной проблемой для него является межобмоточная ёмкость, поэтому чрезмерное секционирование, наоборот, может ограничить полосу пропускания. В отличие от усилителей на триодах, трансформаторы пентодных усилителей не подвергают значительному секционированию. Во многих пентодных усилителях середины прошлого века вторичную обмотку просто укладывали между половинками первичной обмотки. По этой же причине, если анодное напряжение выходной лампы не превышает нескольких сотен вольт, в качестве межобмоточной изоляции лучше использовать бумагу, а не лавсан, фторопласт и иные синтетические материалы.

В данной конструкции применён следующий способ укладки: вначале уложено шесть слоёв первичной обмотки по 180 витков в слое (1080 витков), затем два слоя вторичной (80 витков), потом 11 слоёв первичной обмотки (1980 витков), ещё два слоя вторичной и остальные 11 слоёв первичной обмотки. Затем домотано 69 витков для обмотки на нагрузку 8 Ом. Между собой включают последовательно не только секции первичной обмотки, но и вторичной. При таком секционировании вторичную обмотку удобнее наматывать отрезками провода относительно небольшой длины. Кроме того, секции вторичной обмотки невозможно сделать одинаковыми, наводимые в них ЭДС всегда немного отличаются. Последовательное соединение обмоток снимает эту проблему.

Каждую следующую секцию обмотки начинают наматывать с той стороны, где закончилась предыдущая. Таким образом, первичная обмотка содержит 5040 витков, вторичная — 160 + 69 витков. Намотку производят виток к витку. Межслойная изоляция — один слой обычной бумаги (например, из тетради), межобмоточная — два-три слоя. Ленты изоляции должны быть на 5 мм шире расстояния между щёчками. По их краям ножницами делают насечки для того, чтобы они легли между щёчками без складок. Это надёжно изолирует слои и секции друг от друга.

Для уменьшения влияния подмагничивания постоянным током обмоток магнитопровод трансформатора собирают с зазором. С этой целью между его П-образными частями кладут вставки из бумаги толщиной 0,1 мм. В зависимости от качества используемой в трансформаторе стали, окончательную толщину прокладки можно подобрать на финальном этапе налаживания усилителя по минимуму искажений и сохранению уровня сигнала на самых низких частотах, наблюдаемому на экране осциллографа.

Блок питания

Питание усилителя, в конечном счёте, определяет его энерговооружённость. Трансформатор питания достаточной мощности, мостовой полупроводниковый выпрямитель, дроссели в сглаживающем фильтре, конденсаторы фильтров — это всё, от чего напрямую зависит качество звука.

Самый простой вариант — применение готового унифицированного трансформатора. В данном случае оказался подходящим и был использован анодно-накальный ТАН43-220-50К. Помимо сетевой обмотки, он содержит четыре обмотки на напряжение 56 В и ток 150 мА, две обмотки на 12,6 В (ток 150 мА) и две накальные обмотки 6,3 В (1,65 А). Для получения необходимого анодного напряжения обмотки по 56 В были включены последовательно (соединения обмоток показаны на схеме), а каждая накальная обмотка питает пару ламп одного канала. Одна из оставшихся обмоток использована как источник отрицательного смещения на управляющие сетки ламп.

Кроме ТАН43, также подойдут ТАН28, ТАН29, ТАН42 и любой другой сетевой трансформатор с подходящими напряжениями обмоток и габаритной мощностью не менее 60 Вт. Резисторы R6—R9, традиционно включаемые параллельно нитям накала, образуют искусственную среднюю точку, уменьшая фон переменного тока. К одной из накальных обмоток через гасящий резистор R13 подключён светодиод индикации включения усилителя.

В анодном выпрямителе применены диоды MUR4100E, также можно использовать любые "быстрые" диоды на соответствующее напряжение. Из отечественных подойдут КД226В—КД226Е. В этом случае параллельно каждому диоду полезно подключить конденсатор ёмкостью 10 нФ на номинальное напряжение не менее 400 В. В выпрямителе смещения можно использовать любые выпрямительные диоды. Стабилитрон VD16 — любой на напряжение стабилизации 5...6 В, например КС156А.

Подстроечные резисторы R11, R12 — СП4-1 (СПО-0,15), подойдут очень удобные многооборотные СП5-2, СП5-3. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-23



Рис. 3

или их аналоги. В анодном выпрямителе желательно использовать конденсаторы Jamicon или Samsung.

Дроссели L3, L4 в этой конструкции установлены готовые импортные на ток 80 мА, сопротивлением 180 Ом, вместо которых можно применить дроссели от старых ламповых телевизоров, например Др5-0.08.

В качестве выключателей применены спаренные микропереключатели МТД-3.

Конструкция усилителя

Усилитель собран на П-образном шасси размерами 335×150×50 мм. На верхней части шасси, прикрытой дюралюминиевой фальшпанелью, размещены трансформаторы и лампы. Сетевой трансформатор прикрыт стальным кожухом размерами 90×90×100 мм. Вокруг выходных трансформаторов, по углам, установлены стойки квадратного сечения, к которым прикреплены дюралюминиевые пластины, прикрывающие выходные трансформаторы. Получившийся короб имеет внешние размеры 90×94×240 мм. По периметру шасси облицовано отделочным ламинированным уголком с внешними габаритами 50×174×352 мм (**рис. 3**). Облицовка — из дубовых или берёзовых дощечек, покрытая лаком, только прибавит изделию респектабельности.

В задней части корпуса расположены клеммы для подключения проводов кабелей к АС. На лицевой части шасси установлены регулятор громкости, выключатели анодного и сетевого напряжения, индикаторный светодиод. Лицевая часть также прикрыта дюралюминиевой фальшпанелью размерами 58×184 мм. Все металлические поверхности покрашены термопорошковым способом. Надписи нанесены методом лазерной гравировки и зачернены (**рис. 4**).

Разводка проводов и монтаж усилителя внутри шасси показаны на **рис. 5**.

Сборку усилителя начинают с установки ламповых панелей, сетевого и выходных трансформаторов, дросселей, плат блока питания и разводки накальных цепей, которые проведены толстыми (сечением 0,5 мм^2) свитыми проводами. Цепи накала максимально удалены от входных цепей усилителя. Все детали блока питания смонтированы на трёх печатных платах **рис. 6—рис. 8**.

Часть мелких деталей усилителя смонтирована навесным монтажом. Некоторые детали припаяны непосредственно к выводам ламповых панелей, а основная их часть смонтирована на лепестках монтажной платы.

В качестве общего провода использован лужёный медный провод, уста-




Рис. 4



Рис. 6



Рис. 7

Рис. 5

РАДИО®

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

новленный на изоляционных стойках между монтажной платой и ламповыми панелями. Шасси электрически соединено с общим проводом около входных разъёмов. Цепи от входных разъёмов к регулятору громкости и от регуляторов громкости к входу усилителя разведены экранированным проводом минимальной длины. Учитывая уровень входного сигнала, входные цепи можно развести и обычной витой парой. В этом случае провода пары используют как сигнальный и общий.



Рис. 8

Налаживание усилителя

Налаживание усилителя заключается в установке и выравнивании тока покоя ламп. Контроль анодного тока осуществляется с помощью милливольтметра, по падению напряжения на резисторах R3 и R4 (примерно 30 мВ). При этом желательно осуществлять контроль формы выходного сигнала по осциллографу на эквиваленте нагрузки, на низкочастотном краю полосы ЗЧ и на частоте 1000 Гц, по максимальной линейности выходного сигнала, особенно на предельной мощности усилителя, подбирая более точно ток покоя небольшим изменением напряжения смещения подстроечными резисторами R11, R12.

Подбор ламп в пары можно осуществить непосредственно в усилителе. Для этого устанавливают все четыре лампы и на их управляющих сетках резисторами R11, R12 выставляют напряжение смещения равным –3 В и фиксируют их анодный ток. Лампы переставляют так, чтобы их токи в парах были наиболее близкими. Затем для одной пары ламп производится снятие зависимости их анодного тока, в интервале 10...50 мА с шагом 5...10 мА от напряжения смещения на их управляющей сетке. Результаты записывают в таблицы ($I_А = f(U_{см})$). Полученные таблицы для всех имеющихся ламп позволят более точно подобрать лампы в пары в рабочем интервале их анодного тока. Естественно, все измерения необходимо проводить в отсутствии входного сигнала. Лампы предварительно следует прогреть не менее получаса.

После подбора ламп и окончательной установки их токов покоя можно осуществить более точно подбор толщины немагнитной прокладки в магнитопроводах выходных трансформаторов. При этом оптимальную толщину зазора определяют по визуальному контролю формы выходного сигнала на экране осциллографа как компромисс между амплитудой выходного сигнала и его формой на низкочастотном краю полосы. Однозначных рекомендаций здесь дать невозможно, всё зависит от качества трансформаторной стали, намотки трансформатора, его формы и размеров. С большим сечением магнитопровода, как правило, можно расширить область усиливаемых низких частот.

Об измеренных параметрах усилителя

Параметры усилителя по современным меркам могут показаться скромными. Номинальная выходная мощность — 3 Вт, максимальная — 4 Вт (при входном напряжении 2 В), по современным меркам совсем немного. Но это "ламповые" ватты! В силу плавного, мягкого ограничения амплитуды выходного сигнала в лампах, по сравнению с транзисторами, эта мощность эквивалентна десятку "транзисторных" ватт, по субъективному восприятию звука. Этот феномен хорошо знаком любителям "лампового" звука. Для комфортного прослушивания лампового усилителя в современных квартирах с "правильной" АС, как правило, достаточно 1...1,5 Вт.

Полоса рабочих частот по уровню –3 дБ равна 20...20000 Гц. На **рис. 9** представлен спектральный состав выходного сигнала одного из каналов, при выходной мощности 1 Вт. На **рис. 10** — то же при выходной мощности 3 Вт. Гармонические искажения — THD в англоязычной аббревиатуре, точнее коэффициент гармонических искажений, THD+N — то же плюс шумы усилителя, выраженные в процентах. Полученные значения искажений (4 %) являются неплохим результатом для лампового усилителя.

Конечно, современные транзисторные усилители имеют более низкие искажения, но их формальное сравнение, без учёта спектрального состава сигнала, лишено всякого смысла.

В силу особенностей двухтактных схем современных транзисторных усилителей, в них подавлены чётные гармоники, что приводит к формальному снижению значения коэффициента гармоник. Но преобладание нечётных гармоник, особенно третьей при отсутствии второй, негативно влияет на субъективное восприятие звучания. Эксперименты показали, что более благоприятно на слух воспринимаются фонограммы, воспроизводимые усилителями, в спектре искажений которых гармоники плавно спадают по мере их номера, но их спектр должен быть коротким. В отличие от транзисторного, такое звучание не утомляет, обогащая звучание вокала и музыкальных инструментов.



Рис. 9

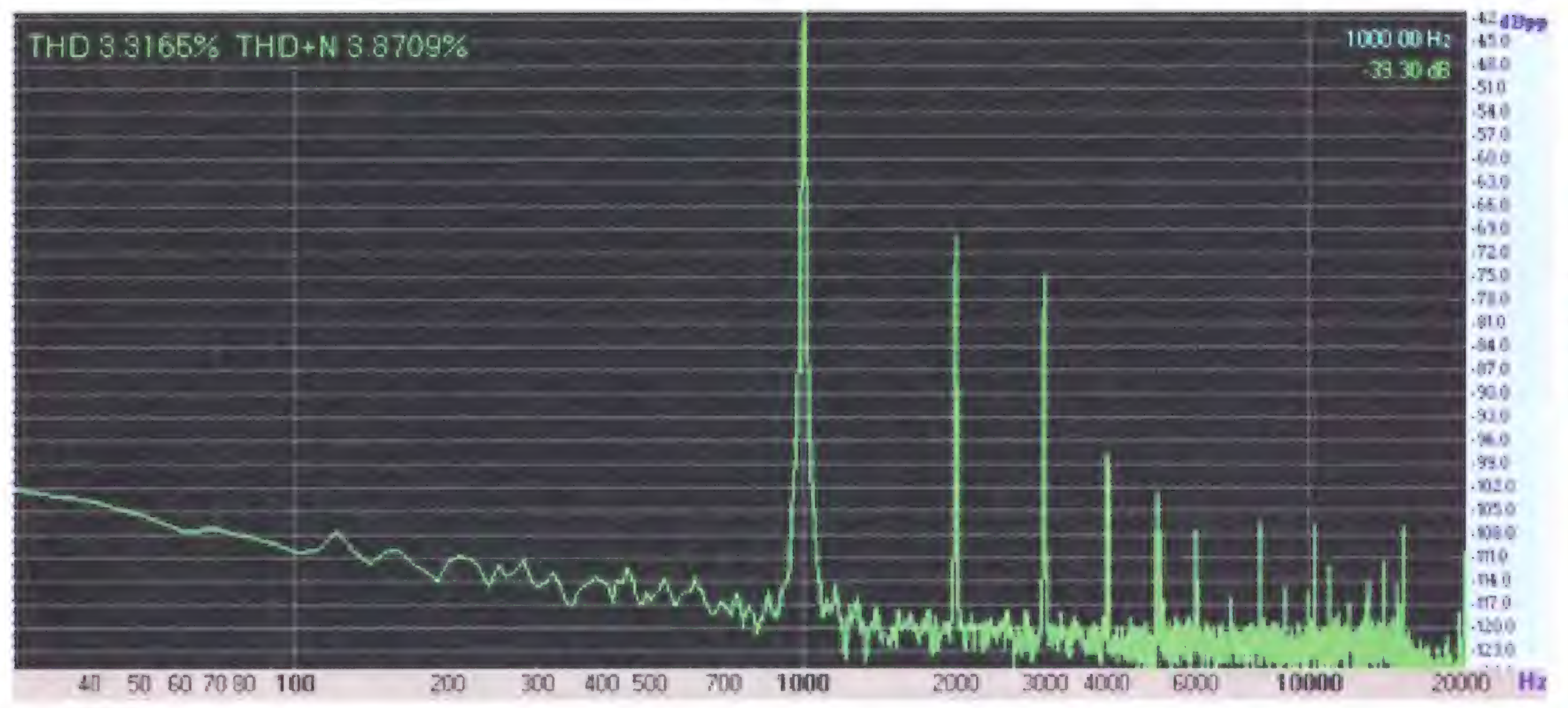


Рис. 10

Контрольные прослушивания оркестровых фонограмм показали, что усилитель обеспечивает хорошую панораму звучания, инструменты находятся каждый на своём месте, причём их звучание локализовано не только в горизонтальной плоскости, но и в глубину, и по высоте. Отсутствует какая-либо привязка звука к громкоговорителям. Конечно, всё это справедливо только при соответствующем качестве записи. Все огрехи фонограммы сразу становятся заметными.

Громкоговорители для пентодного УМЗЧ

Не пытайтесь использовать ламповый усилитель с напольными мощными АС "Jamo" или советскими S90. Это верный путь к дискредитации ламповых усилителей небольшой мощности. Эти многополосные АС рассчитаны для работы с транзисторными усилителями выходной мощностью до 50...100 Вт и малым выходным сопротивлением. Они малочувствительны (84...86 дБ/Вт/м) и имеют сложный частотно-зависимый импеданс. Ламповые усилители, а особенно пентодные, этого не любят.

Лучшим вариантом АС для пентодного УМЗЧ считается АС с одной широкополосной динамической головкой, имеющей характеристическую чувствительность 92...93 дБ/Вт/м. Такие головки могут быть установлены на акустической панели или в открытом корпусе. Например, головки Fostex FE206E, Fostex FE207E имеют достаточную чувствительность, и для них рекомендовано сложное акустическое оформление (как правило, с обратным рупором). Аналогичные головки Visaton BG 20/8, BG 17/8, имеющие пониженное значение полной добротности, рассчитаны, как правило, на оформление с фазоинвертором. Кроме того, большинство таких современных динамических головок рассчитано на более высокую мощность, нежели может обеспечить описываемый УМЗЧ, поэтому их потенциал не будет полностью реализован. К таким изделиям можно отнести и широкополосные динамические головки Supravox.

Из отечественных изделий можно использовать старые динамические головки небольшой мощности. К ним относятся пользующиеся заслуженной популярностью у любителей лампового звука отечественные широкополосные головки 10ГДШ-1 (10ГД-36К), имеющие чувствительность 93 дБ/Вт/м, не требующие сложного акустического оформления. Такую головку можно установить в открытый или закрытый корпус, а также на акустической панели достаточных размеров (шириной 40...50 см и высотой 80..120 см). Если их подвес повреждён, его можно заменить новым, который можно приобрести через рекламные предложения в Интернете.

Недорогим вариантом для АС являются и динамические головки 4ГД-35, которым многие отдают предпочтение при прослушивании гитары. В качестве ВЧ-звена к ним можно использовать высокочастотные головки 2ГД-36, включённые через конденсатор ёмкостью 2...3 мкФ.

На рубеже 60-70-х годов прошлого века Рижским радиозаводом имени А. С. Попова выпускались ламповые радиолы "Симфония", "Симфония-2", "Симфония-003". Применявшиеся там НЧ-головки 5ГД-3 RRR и 6ГД-2 RRR ("Симфония-003") до сих пор высоко ценятся и могут быть использованы при создании АС. Их ещё можно приобрести на интернет-аукционах.

Если ламповый усилитель предполагается использовать совместно с компьютером, а АС должна располагаться в непосредственной близости, то в этом случае громкоговорители должны иметь небольшие размеры. Лучшим бюджетным вариантом в этом случае может стать применение динамических головок 3ГД-38, устанавливаемых в отечественных телевизорах. Достать их совсем не сложно, и в правильном акустическом оформлении они переиграют многие компьютерные АС.

Если в ваши планы не входит изготовление АС, то среди прочих хорошим вариантом может быть использование полочных громкоговорителей. Требования по чувствительности остаются прежними. С ламповым УМЗЧ можно использовать акустические системы 15АС-109, 25АС-101. В этом случае я бы рекомендовал исключить встроенные в них фильтры, присоединив ВЧ-головку к НЧ-головке через разделительный бумажный конденсатор ёмкостью 2...4 мкФ.

В заключение нелишне ещё раз подчеркнуть, что ламповые усилители с выходным каскадом на пентодах или лучевых тетродах звучат лучше с широкополосными головками. Высокое выходное сопротивление пентодно-тетродных УМЗЧ в этом случае уменьшает их интермодуляционные искажения. В области основного резонанса динамической головки необходимое демпфирование следует обеспечить повышением акустического сопротивления излучения. Для этого можно рекомендовать обёртывание корзины НЧ-головки демпфирующим материалом (плотной тканью) или изготовлением ПАС при открытом акустическом оформлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. AOpen AX4GE Tube-G. — URL: **http://www.techwarelabs.com/reviews/motherboard/ax4ge_tube-g/index_2.shtml** (20.09.17).

2. **Кацнельсон Б. В, Ларионов А. С.** Отечественные приёмно-усилительные лампы и их зарубежные аналоги. Справочник. — М.: Энергоиздат, 1981.

3. Life in a vacuum: 6П9. — Вестник А.Р.А., 2000, № 6, с. 40, 41. URL: **http://www.classicaudio.ru/articles/vara_v6.pdf** (20.09.17).

4. **Агеев С.** Должен ли УМЗЧ иметь малое выходное сопротивление? — Радио, 1997, № 4, с. 14—16. URL: **http://www.автозвук.рф/articles/radio/ intermod.htm** (20.09.17).

5. **Торопкин М. В.** Ламповый Hi-Fi усилитель своими руками. — Наука и техника, С.-Пб., 2006.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Приборы РАДИОМАСТЕРА!

Универсальный USB-программатор **Postal 3 FULL** для микросхем последовательной памяти, работающих по протоколам I2C, SPI, SPI FLASH, MICROWIRE (MWI) и флэш-памяти микроконтроллеров MICRONAS, MSTAR, KB9012, код RDDV003 — 1600 руб.

Прибор **"FBTest v1.1"** для обнаружения короткозамкнутых витков в импульсных трансформаторах, код RDDV001 — 1125 руб.

ХИТ! Измеритель ёмкости и ESR электролитических конденсаторов без демонтажа их из печатной платы **"ESR-micro v4.0SI"** — 3000 руб.

Радиоконструкторы **Radio-KIT, Arduino-Kit, МАСТЕР КИТ, Ekits** и **KitLab,** запчасти для ремонта — **в ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ "ДЕССИ"**.

Тел.: для Москвы (495) 11-86-086; (916) 029-9019.

Интернет-магазин: WWW.DESSY.RU

e-mail: zakaz@dessy.ru

* * *

SDR-приёмники и аксессуары.

www.radiospy.ru

* * *

Акустическая приставка к цветному телевизору с подключением по видеовходу.

http://png-cs2536566.tiu.ru

* * *

Печатные платы, наборы и модули **Ланзар, DJ200, Миниамп.**

www.zwuk-serwis.narod2.ru

* * *

БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ЗВУКА! ПЕРЕДАТЧИКИ, ПРИЁМНИКИ, PLL-СИНТЕЗАТОРЫ

www.new-technik.ru

* * *

FLCG "Берёзка" — многофункциональный измерительный комплекс:

- измерение частоты (до 2 ГГц);
- генератор (до 1 МГц);
- измерение ёмкости и индуктивности;
- измерение напряжения;
- проверка кварцевых резонаторов.

Цена — 4499 руб.!

www.FLCG.ru

8(985) 924-34-35

8(495) 781-59-24

info@icdarom.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. Довольно долго не было информации о судьбе цифрового эфирного радиовещания в России. Последнее сообщение по этому поводу датируется 2015 г. Техническое задание, выставленное РТРС совсем недавно, позволяет надеяться, что вопрос с трансляциями радиовещания в формате DAB+ в России сдвинулся с мёртвой точки.

Речь идёт о задании на выполнение научно-исследовательской работы под названием "Проведение исследований в части вопросов обеспечения электромагнитной совместимости цифрового радиовещания стандарта DAB+ с радиоэлектронными средствами различных радиослужб в диапазоне 174...230 МГц". Именно этот диапазон частот должен освободиться после окончания трансляций аналогового телевидения, которое намечено на октябрь следующего года.

По итогам исследований, помимо прочего, должны быть выданы рекомендации "по внедрению наземного цифрового звукового вещания стандарта DAB+ в Российской Федерации с точки зрения использования радиочастотного спектра различными радиослужбами".

Также должен быть подготовлен проект решения государственной комиссии по радиочастотам о выделении полосы радиочастот 174...230 МГц для внедрения на территории РФ сетей наземного цифрового звукового вещания стандарта DAB+.

Таким образом, Россия приступила к изысканиям в этой области несмотря на ещё незавершённый до конца переход с диапазона OIRT (65,9...74 МГц) в диапазон CCIR (87,5...108 МГц) (источник — URL: **http://zakupki.gov.ru/223/purchase/public/purchase/info/common-info.html?regNumber=31705420954** (25.09.17)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. 1 сентября в г. Барнауле началось вещание "Comedy Radio". Радиостанцию здесь можно слушать на частоте 102,9 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/12930** (25.09.17)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. 7 сентября филиал РТРС "Белгородский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Вести FM" на частоте 105,9 МГц в г. Белгороде. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://belgorod.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-vesti-fm-v-belgorode/** (25.09.17)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. 1 сентября радиостанция "Radio Energy" зазвучала в г. Череповце на частоте 91 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/12931** (25.09.17)).

КАРЕЛИЯ. 1 сентября в столице республики г. Петрозаводске на частоте 101,4 МГц началось вещание "Юмор FM" — радиостанции, которая "поднимает настроение" (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/12933** (25.09.17)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. К региональной сети вещания "Love Radio" присоединился г. Кирово-Чепецк, частота вещания — 107,2 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/4668.htm** (25.09.17)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. 29 августа к региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Тимашевск. Частота вещания — 106,1 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/4642.htm** (25.09.17)).

Медиагруппа "Первый Регион" в г. Кореновске открыла 46-ю по счёту радиостанцию. 1 сентября на частоте 90,8 МГц здесь зазвучало "Дорожное Радио" (источник — URL: **http://1region.ru/novosti/86-pustili-korni-v-korenovske.html** (25.09.17)).

С 1 сентября вещание "Русского радио" стартовало на территории Темрюкского района в станице Тамань на частоте 99,9 МГц. Теперь сигнал радиостанции полностью покрывает порт Тамань и территорию паромной переправы, объединяющей материк и полуостров Крым.

Таким образом, "Русское радио" можно будет услышать на всём протяжении будущего моста. При въезде в Крым сигнал станции доступен в г. Керчь на частоте 106,4 МГц (источник — URL: **http://russianmediagroup.ru/live/thenews.asp?id=33925** (25.09.17)).

Радиостанция "Новое радио" появилась 14 сентября в эфире в г. Геленджике на частоте 89,5 МГц.

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Новое радио" начала работу в районном центре г. Ужур с 15 сентября на частоте 102,7 МГц.

ЛИПЕЦКАЯ ОБЛ. 1 сентября радиостанция "Radio Energy" зазвучала в г. Липецке на частоте 95,7 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/12931** (25.09.17)).

МОРДОВИЯ. ГТРК "Мордовия" запустила третью по счёту радиостанцию "Вести FM" с 15 сентября на частоте 90,6 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://mordoviatv.ru/gtrk-mordoviya-zapustila-tretyu-po-schyotu-radiostantsiyu-vesti-fm/** (25.09.17)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. "Radio Energy" продолжает расширять свою региональную сеть. 11 сентября радиостанция зазвучала в подмосковном г. Ступино на частоте 104,5 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/12966** (25.09.17)).

В первый день осени 1 сентября радиостанция "Наше Радио" начинает вещание в подмосковном г. Серпухове на частоте 106 МГц (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/nashe-radio-nachinaet-veshhanie-v-serpukhove-i-kandalakshe.html** (25.09.17)).

МУРМАНСКАЯ ОБЛ. В г. Кандалакша с 1 сентября появилась в эфире радиостанция "Наше Радио" на частоте 101,5 МГц (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/nashe-radio-nachinaet-veshhanie-v-serpukhove-i-kandalakshe.html** (25.09.17)).

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. 8 сентября филиал РТРС "Новгородский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Love Radio" на частоте 104,9 МГц в г. Великий Новгород. Мощность передатчика — 500 Вт (источник — URL: **http://novgorod.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-love-radio-v-velikom-novgorode/** (25.09.17)).

НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛ. 15 сентября филиал РТРС "Сибирский РЦ" начал трансляцию радиоканала "Радио России" в районном центре Маслянино Новосибирской обл. Слушателей также порадуют региональные программы ГТРК "Новосибирск". Частота вещания — 105 МГц, мощность передатчика — 0,1 кВт (источник — URL: **http://novosibirsk.rtrs.ru/tv/analog/sibirskiy-regionalnyy-tsentr-rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-maslyanino/** (25.09.17)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. К региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Каменск-Шахтинский, частота вещания — 89 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/4666.htm** (25.09.17)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. С 19 сентября в г. Тольятти на частоте 97 МГц начались трансляции программ "Детского радио" ("Дети FM") (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/12999** (25.09.17)).

18 сентября началось вещание радиостанции "Radio Energy" в одном из крупнейших городов России — Тольятти. Частота, на которой здесь можно слушать радиостанцию, — 88,4 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/13000** (25.09.17)).

ТОМСКАЯ ОБЛ. 5 сентября филиал РТРС "Томский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио 7" на частоте 87,7 МГц в г. Томске, мощность передатчика — 500 Вт (источник — URL: **http://tomsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-7-v-tomske-/** (25.09.17)).

ЧУВАШИЯ. Радиостанция "Радио родных дорог" начала вещание на частоте 103,2 МГц в г. Ядрине, административном центре Ядринского района. Предполагается, что трансляции будут доступны жителям городов Красные Четаи (Чувашия) и Воротынец (Нижегородская обл.).

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АО. 11 сентября на территории Тазовского района ЯНАО на частоте 101,8 МГц начала вещание, пока в тестовом режиме, новая радиостанция "Авторадио—Тазовский".

В эфире предполагаются включения с актуальной и оперативной информацией о происходящих в Тазовском районе и на Ямале событиях в выпусках новостей и прогноз погоды (источник — URL: **http://fakt-tv.ru/news/na/27176** (25.09.17)).

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

МОСКВА. Федеральное государственное унитарное предприятие "Российская телевизионная и радиовещательная сеть" (ФГУП "РТРС") обсуждает с Минкомсвязи идею создания на своей базе государственной компании оператора спутникового телевидения.

По мере приближения срока окончания строительства сети цифрового эфирного телевещания всё чаще возникает вопрос, что будет с населёнными пунктами, не попавшими в зону охвата новых передатчиков. Специалисты РТРС считают единственным целесообразным решением этой задачи организацию непосредственного спутникового телевизионного вещания.

Пока принципиально решение не принято, поскольку всё упирается в вопрос необходимости выделения денег правительством. Во сколько может обойтись подобный проект, пока неясно (источник — URL: **http://www.rbc.ru/technology_and_media/19/09/2017/59bfef489a794709d41207be** (25.09.17)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. 1 сентября филиал РТРС "Санкт-Петербургский РЦ" начал трансляцию регионального телеканала "78" в Санкт-Петербурге на частоте 31 ТВК. Мощность передатчика — 20 кВт. Канал транслирует в режиме прямой трансляции все футбольные матчи двух представленных в российской футбольной премьер-лиге команд региона: ФК "Зенит" и ФК "Тосно" (источник — URL: **http://spb.rtrs.ru/tv/ analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-telekanala-78-v-sankt-peterburge/** (25.09.17)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Всемирная служба "Би-би-си" начнёт в новом вещательном сезоне (стартует в последнее воскресенье октября) трансляции на корейском языке в направлении КНДР на коротких волнах, анонсированные корпорацией ещё в прошлом году. Это один из ранее объявленных 12 языков, на котором предполагается возвращение на короткие волны.

Ранее руководством "Би-би-си" озвучивалось решение о полном уходе вещателя с этого диапазона. Однако для КНДР интернет-трансляции и спутниковое вещание бессмысленны из-за отсутствия у слушателей доступа к спутниковому оборудованию и блокировке в этой стране интернет-каналов.

КОРЕЯ ЮЖНАЯ. Радиостанция HLAZ (принадлежащая "Дальневосточной радиовещательной корпорации" FEBC), передающая программы религиозного характера в направлении Дальнего Востока на частоте 1566 кГц, сменила время вещания на русском языке. Передачи теперь выходят в эфир с 16.30 до 17.00 ежедневно, т. е. на два часа раньше, чем прежде.

Служба вещания на английском языке радиостанции "Korean Broadcasting System" (KBS) увеличивает своё присутствие на коротких волнах.

С 4 сентября добавлена новая частота 9770 кГц, на которой с 08.00 выходит в эфир двухчасовая программа в направлении Юго-Восточной Азии.

На частоте 9515 кГц ранее выходила в эфир одночасовая передача в направлении Европы, теперь её продолжительность увеличена до двух часов, начало трансляции — 15.00.

Трансляция для Индии теперь на новой частоте — 9785 кГц (вместо 9880 кГц), увеличена в объёме до трёх часов (вместо двух), начало вещания — в 14.00.

СИРИЯ. Вновь возобновил работу мощный передатчик "Радио Дамаск" ("Radio Damascus") на частоте 567 кГц, молчавший с самого начала военных действий в стране. Его сигнал слышен на юге России, трансляции идут на арабском языке.

Кроме него, в эфир вернулся и передатчик на частоте 666 кГц, транслирующий программу на арабском языке "Sout Al Shabab" ("Voice of Youth" — "Голос молодёжи").

Передатчик, работающий на частоте 783 кГц, транслирует программу "Radio Damascus" на арабском языке с небольшими новостными фрагментами на испанском, английском и французском языках.

Хорошего приёма и 73!

Ещё один регенератор

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

Как известно из курса основ радиотехники, замкнутый на конце отрезок коаксиального кабеля длиной, равной четверти длины волны, эквивалентен настроенному на эту частоту параллельному колебательному контуру. При длине, большей четверти длины волны, отрезок ведёт себя как ёмкость, при меньшей — как индуктивность. Это свойство коаксиального кабеля позволяет строить простые радиоприёмники, не содержащие на входе катушек индуктивности. Схема одного из таких приёмников — регенератора для приёма радиостанций в одном из радиовещательных участков КВ-диапазона показана на **рис. 1**.

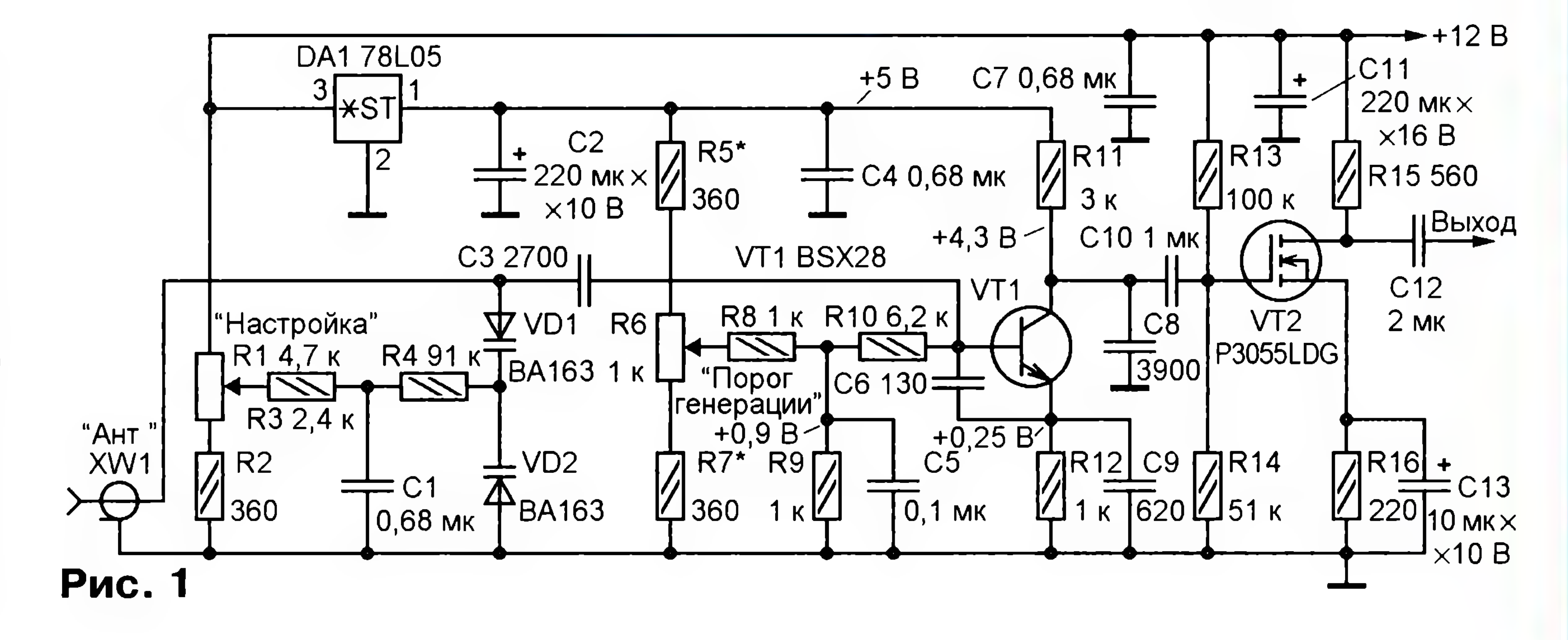


Рис. 1

Преимущества предлагаемого приёмника в том, что применяемая совместно с ним магнитная (рамочная)

антенна не содержит элементов настройки, значительно меньший уровень шумов от бытовых электроприборов, недостатки — небольшая и фиксированная длина кабеля для каждого КВ-диапазона, громоздкость конструкции в многодиапазонном варианте.

По частоте приёмник перестраивают переменным резистором R1, с движка которого напряжение источника питания (12 В) поступает на варикапы VD1 и VD2. Порог генерации регулируют переменным резистором R6. Напряжение питания транзистора VT1 поддерживается неизменным с помощью интегрального стабилизатора 78L05.

Чертёж возможного варианта магнитной (рамочной) антенны представлен на **рис. 2**, а её внешний вид — на **рис. 3**. Основа конструкции — каркас из деревянных брусков 1 и 3 сечением 20×20 мм, соединённых "в пол-дерева" (в местах пересечений в них сделаны пазы шириной 20 и глубиной 10 мм). Рамка 2 согнута из латунной полосы шириной 20 и толщиной 0,2...0,5 мм,



Рис. 3

концы которой закреплены винтами 12 (М4×8) и гайками 14 на стеклотекстолитовой планке 11. Под головки винтов подложены шайбы 7, а под гайки — ещё и контактные лепестки 15, к которым припаяны провода, соединяющие рамку с коаксиальным кабелем. На каркасе полоса удерживается шестью нейлоновыми стяжками 5, для чего на концах брусков 1 и 3 просверлены отверстия диаметром 5 мм. Для изоляции от брусков между их торцами и рамкой 2 вставлены полиэтиленовые прокладки 4.

Основание антенны 13 (его размеры — 250×160 мм) изготовлено из МДФ-плиты толщиной 10 мм. Каркас крепится к нему с помощью бруска 9 и двух винтов 8 (М4×35) с гайками 14, а брусок 9 к брускам 1 и 3 — с помощью двух стеклотекстолитовых пластин 10 и шести винтов 6 (М4×27) с гайками 14.

Схема подключения магнитной антенны к приёмнику показана на **рис. 4**. Длина проводов, соединяющих её с коаксиальным кабелем, в данном случае равна 80 мм, длина отрезков кабеля L указана для диапазонов 49 и 41 м.

Каких-либо особых требований к деталям приёмника не предъявляется. Единственное, на что необходимо обратить внимание, это коаксиальный кабель. Его центральный проводник и экранирующая оплётка должны быть медными, телевизионный кабель с центральным проводником и оплёткой из алюминиевых проволок в данном случае непригоден. Волновое сопротивление кабеля, применённого автором, — 75 Ом, наполнитель — полиэтилен.

Работоспособность регенератора проверена при использовании в качестве VT1 транзисторов BSX28, C1815 и C945.

Настройку радиоприёмника начинают с проверки значений напряжения на

Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®

выходе стабилизатора DA1 и электродах транзистора VT1 на соответствие указанным на схеме (измерены прибором Ц4353). На участки, отведённые для работы радиовещательных станций, регенератор настраивают в режиме генерации по контрольному радио-

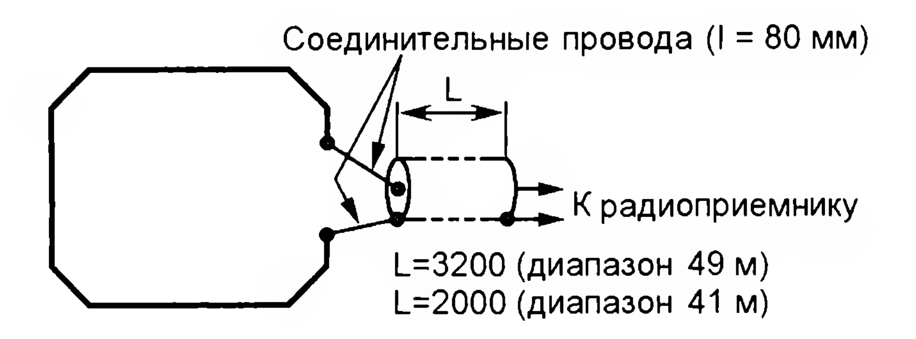


Рис. 4

приёмнику подбором длины коаксиального кабеля (его постепенным, по 200...300 мм, укорочением). Настроившись на выбранный КВ-поддиапазон, подбором резисторов R5 и R7 "растягивают" участок подхода к генерации. Перед настройкой желательно проверить контрольным приёмником наличие радиостанций на выбранном поддиапазоне, так как растяжка последнего широкой не будет и возможен "промах".

Если в процессе настройки выяснится, что поступающее на варикапы напряжение необходимо увеличить, лучше подключить дополнительную девятивольтную батарею с помощью электромагнитного реле или электронного ключа на полевом транзисторе, чем пытаться применить преобразователь напряжения, который может "шуметь" и мешать радиоприёму. Или ...заменить варикапы конденсатором переменной ёмкости.

Удачного радиоприёма!

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ, СВЕТИЛЬНИКИ И ВСЁ ТАКОЕ...
www.new-technik.ru

* * *

Для Вас, радиолюбители!
РАДИО: элементы, наборы, материалы, корпусы и пр.
От Вас — оплаченный конверт для каталога.
426072, г. Ижевск, а/я 1333.
ИП Зиннатов Р. К.
Тел. 8-912-443-11-24,
rtc-prometej@yandex.ru

Двухтактный стабилизированный преобразователь

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Устройство, которое описал автор в своей статье [1], имеет недостаток. Его выходное напряжение не стабилизировано и поэтому изменяется пропорционально напряжению питания и довольно сильно зависит от нагрузки. Сегодня он предлагает читателям усовершенствованный вариант этого преобразователя со стабилизацией выходного напряжения программными средствами.

Предлагаемый преобразователь представляет собой полноценный двухполярный источник питания со стабилизацией выходного напряжения. Его схема показана на **рис. 1**. Она мало отличается от опубликованной в [1] — добавлена стабилизирующая обратная связь, для чего общий провод выходных напряжений +15 В и −15 В соединён с общим проводом преобразователя (минусом его источника питания), и часть плюсового выходного напряжения с движка подстроечного резистора R2 поступает на линию PB2 микроконтроллера, программно сконфигурированную как инвертирующий вход встроенного в микроконтроллер компаратора напряжения. Вместо этой линии для формирования импульсов, управляющих одним из полевых транзисторов выходной двухтактной ступени преобразователя, использована линия PB3. Введена также съёмная перемычка S1, удаляя которую, отключают питание выходной ступени во время программирования микроконтроллера. Номиналы резисторов и конденсаторов, имевшихся в предыдущей конструкции, остались прежними.

Рис. 1

Конфигурацией микроконтроллера, которая должна соответствовать **табл. 1**, задано его тактирование частотой встроенного генератора 16 МГц, умноженной на четыре встроенным узлом ФАПЧ. Поэтому процессор микроконтроллера работает с тактовой частотой 64 МГц. Частота 16 МГц служит тактовой для таймера Т1, работающего в режиме ШИМ и генерирующего импульсы с программируемыми частотой повторения и коэффициентом заполнения. Для управления транзисторами VT2 и VT3 использованы оба его канала ШИМ. В канале А действует его прямой выход OC1A (PB1), в канале В — инверсный выход OC1B (PB3). Нужную для предотвращения "сквозного" тока через транзисторы VT2 и VT3 паузу между спадающим перепадом импульса на одном выходе и нарастающим перепадом на другом обеспечивает включённый блок DTG (англ. Dead Time Generator — генератор "мёртвого" времени) микроконтроллера. Подробнее о работе таймера в режиме ШИМ и блока DTG можно узнать в [2].

Использование двух каналов ШИМ позволяет регулировать выходное напряжение преобразователя, изменяя коэффициент заполнения импульсами периода их повторения. Сигнал обратной связи с движка переменного резистора R2 поступает, как уже было сказано, на инвертирующий вход компаратора. К его неинвертирующему входу подключён внутренний источник образцового напряжения 1,1 В. Программа проверяет в разряде ACO регистра ACSR состояние выхода компаратора. Если ACO=1, выходное напряжение меньше номинального, поэтому программа увеличивает содержимое регистра OCR0A, а содержимое регистра OCR0B уменьшает. При ACO=0 выход-

Таблица 1

Старший байт		Младший байт	
Разряд	**Сост.**	**Разряд**	**Сост.**
RSTDISBL	1	CKDIV8	1
DWEN	1	CKOUT	1
SPIEN	0	SUT1	1
WDTON	1	SUT0	1
EESAVE	1	CKSEL3	0
BODLEVEL2	1	CKSEL2	0
BODLEVEL1	1	CKSEL1	0
BODLEVEL0	1	CKSEL0	1

1 – не запрограммировано,
0 – запрограммировано.

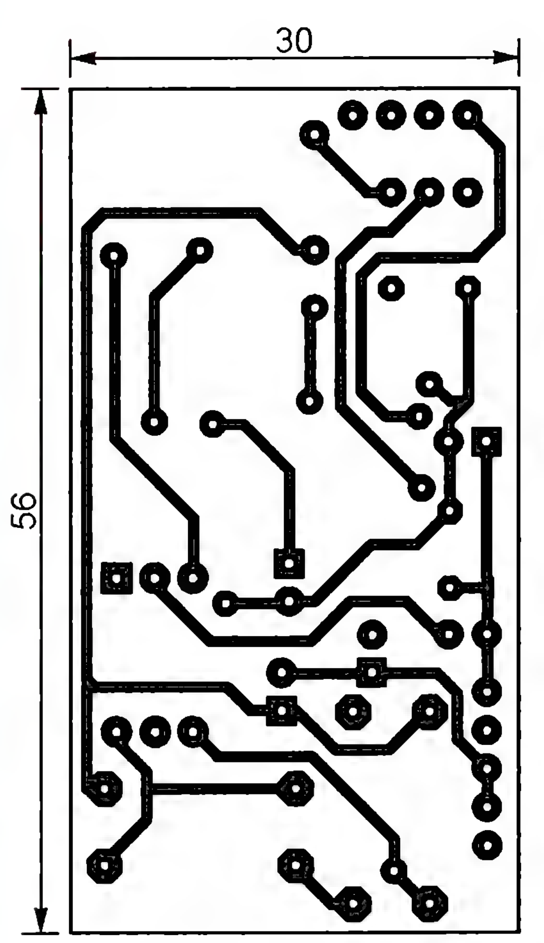
РАДИО
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ное напряжение больше номинального, программа содержимое буферного регистра OCR0A уменьшает, а регистра OCRB увеличивает. Проверка состояния разряда ACO регистра ACSR выполняется с частотой 16 МГц, с такой же частотой изменяется и содержимое буферных регистров сравнения.

Программа также проверяет содержимое буферных регистров сравнения. По достижении граничного значения дальнейшее изменение содержимого

обязательно подключите к его выходам нагрузку — два резистора сопротивлением по 1 кОм.

Прежде всего проверьте наличие импульсов на затворах транзисторов VT2 и VT3. Затем подстроечным резистором R2 установите на выходе преобразователя напряжение +15 В. Таким же по абсолютному значению должно стать и напряжение на выходе −15 В. Далее можно проверить стабильность выходного напряжения под влиянием



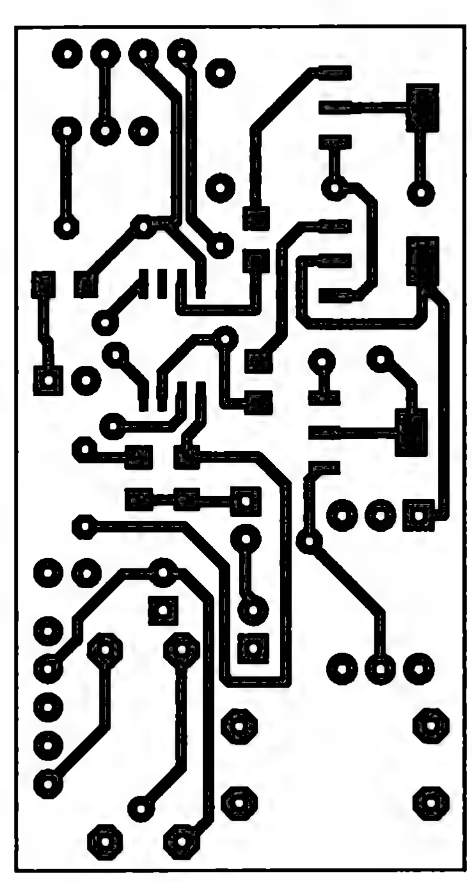
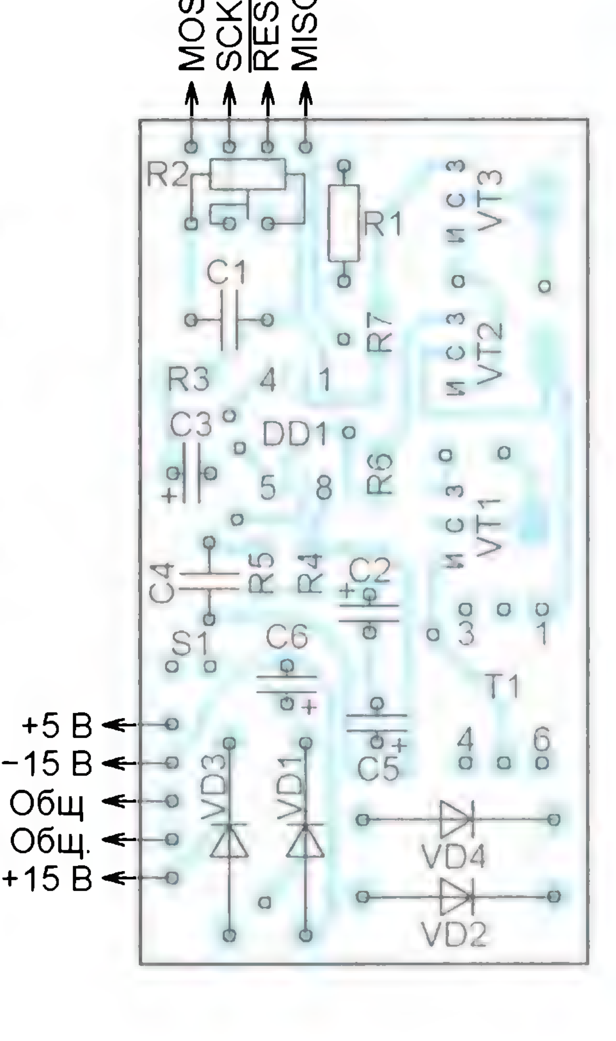



Рис. 2

регистра в ту же сторону не происходит. Константам, задающим пределы, присвоены следующие значения: U_{max} = 80 для обоих каналов, $U_{min\ A}$ = 10 для канала A и $U_{min\ B}$ = 150 для канала B. При старте программа заносит в регистр OCRA значение U_{ava} = 50, а в регистр OCRB — значение U_{avb} = 110.

Изучая исходный текст программы MODULATOR.asm, обратите внимание, что в ней имена некоторых регистров микроконтроллера отличаются от имеющихся в его документации. Например, регистр, называющийся согласно справочным данным DTPS1, назван DTPS, а имена DTPS0 и DTPS1 носят его разряды. Регистры DT1A и DT1B названы в файле DTVALA и DTVALB. Именно так они названы в используемом программой системном файле tn25def.inc, описывающем ресурсы микроконтроллера. Имена из этого же файла выведены в окне I/O View системы разработки AVR Studio. Если в программе называть регистры и их разряды другими именами, ассемблер зафиксирует ошибку.

Печатная плата преобразователя изготовлена по чертежу, изображённому на **рис. 2**. Подстроечный резистор R2 — многооборотный 3296W.

Налаживание преобразователя начните с программирования микроконтроллера. Перед его началом обязательно снимите перемычку S1, а подвижный контакт резистора R2 переместите в верхнее по схеме положение. Завершив программирование, не забудьте поставить перемычку на место, но прежде чем подавать на преобразователь напряжение питания,

изменения нагрузки, а также вычислить КПД преобразователя. Приведённые в **табл. 2** сведения получены при испыта-

Таблица 2

Напряжение питания, В	5	5
Потребляемый ток, мА	80	350
Выходное напряжение, В	+/−15,2	+/−14,9
Ток нагрузки, мА	7,6	46
КПД, %	59	84

нии преобразователя с трансформатором T1, намотанным на ферритовом кольце K10×6×4 мм, первичная обмотка которого содержит (11+11) витков, вторичная — (39+39) витков.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Салимов Н.** Маломощный двухполярный преобразователь напряжения. — Радио, 2017, № 10, с. 15, 16.

2. ATtiny25/V / ATtiny45/V / ATtiny85/V. Atmel 8-bit AVR Microcontroller with 2/4/8K Bytes In-System Programmable Flash. — URL: **http://www.atmel.com/Images/atmel-2586-avr-8-bit-microcontroller-attiny25-attiny45-attiny85_datasheet.pdf** (19.09.17).

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/dc-dc2.zip** на нашем FTP-сервере.*

Взяться за перо меня заставили объективные причины. Во второй половине 2015 г. Крым и г. Севастополь испытали энергетический голод. И когда в вечернее время город на несколько часов погружался в непроглядную темноту, единственной палочкой-выручалочкой был автомобильный преобразователь постоянного напряжения 12 В в переменное 220 В мощностью 150 Вт, который и осветительную лампу зажжёт, и радио с Wi-Fi предложит. Но однажды после подключения к нему "умной" светодиодной лампы всё погасло, а сам преобразователь стал издавать жалобный прерывистый писк.

Первым делом в Интернет полетели вопросы относительно схемы устройства. Оказалось, что запищал преобразователь не только у меня, но и у многих товарищей по несчастью. Интернет практически сотрясался от возгласов "Дайте схему!" самых различных устройств. Поскольку ни я, ни другие (как следует из материалов форумов) не нашли ответа, были изучены все доступные материалы по работе и типовым схемам подобных преобразователей.

Но очень скоро выяснилось, что схема моего преобразователя существенно отличается от типовой. Например, во многих подобных устройствах применена лишь одна микросхема TL494, а у меня их две, да ещё и микросхема LM358L, отсутствующая в найденных схемах.

Стало ясно, что для успешного решения моей задачи недостаточно "метода тыка". Нужна полноценная и правильная принципиальная схема устройства. И похоже, поможет её самостоятельное составление. Вот так и родилось то, что предлагается вниманию читателей. На мой взгляд, материал будет полезен и начинающему радиолюбителю, знакомому с азами компьютерных технологий, и опытному, но не имеющему достаточного опыта работы с компьютером.

Всё будет рассказано на примере преобразователя напряжения, внешний вид которого показан на **рис. 1**.

Чтобы добраться до внутренностей прибора, я внимательно изучил все его крепёжные элементы (винты, защёлки) и первым делом вывинтил винты крепления передней (с розеткой) и задней панелей. Поскольку эти панели электрически соединены с печатной платой, я аккуратно развёл их в стороны и заглянул внутрь корпуса.

Стало понятным назначение ещё одного винта, расположенного на боковой стороне корпуса (на рис. 1 слева). Этот винт удерживает планку-кронштейн, прижимающую к корпусу, служащему теплоотводом, какие-то детали (позже выяснилось, что это термореле и два мощных транзистора). Отвинтив и этот винт, я осторожно извлёк из корпуса печатную плату, внешний вид которой сверху приведён на **рис. 2**, а снизу — на **рис. 3**.

Первое впечатление — связи между элементами устройства весьма сложны, "беглый" анализ схемы и поиск неисправностей затруднены. Но самая большая проблема — соединения между элементами не видны со стороны их

Восстановление принципиальной схемы преобразователя напряжения "ASTRA" по печатной плате и его ремонт

Ю. БЫКОВСКИЙ, г. Севастополь

Совсем недавно каждый производитель электронной аппаратуры прикладывал к своему изделию принципиальную электрическую схему и другую документацию, помогающую профессионалам и радиолюбителям быстро найти неисправность в отказавшем аппарате и отремонтировать его. Сегодня ситуация иная. Схемы и подробную ремонтную документацию производители предоставляют лишь сертифицированным сервисным центрам. И то не всегда. Часто устранение простейшей неисправности сводится к замене неисправного блока. А отказавший блок в лучшем случае отправляют производителю, а в худшем — на свалку. Те же, кому услуги сервисных центров недоступны из-за дороговизны или территориальной отдалённости, остаются "у разбитого корыта".

Автор предлагаемой статьи делится своим опытом восстановления недоступной принципиальной схемы аппарата по его печатной плате. Это помогло ему отремонтировать аппарат. Надеемся, описанные им приёмы будут полезны многим читателям.



Рис. 1

установки на плате. Я занялся решением этой проблемы.

Сфотографировал плату сверху, стараясь получить наиболее резкое изображение с минимальными геометрическими искажениями (см. рис. 2). Поскольку многие детали имеют существенно различную высоту (например, трансформатор и лежащий рядом резистор), при съёмке с малого расстояния система автофокусировки фотоаппарата может выбрать в качестве опорной точки торец трансформатора. Поверхность платы окажется заметно не в фокусе, но именно там расположены печатные отверстия и мелкие детали. Поэтому, если фотоаппарат имеет функцию ручной фокусировки, необходимо ею воспользоваться. Если фотоаппарат цифровой, то можно применить такую методику: полунажатием на кнопку спуска сфокусироваться на участок поверхности платы, а затем, не отпуская кнопку и не изменяя расстояния до объекта, переместить изображение в центр экрана и дожать кнопку для завершения съёмки.

Есть ещё один "подводный камень". В стремлении быстро получить результат подручными средствами, многие решают воспользоваться, например, фотокамерой мобильного телефона, надеясь на её "многомегапиксельность". Вероятный результат такого решения представлен на **рис. 4**, где, например, у микросхем справа не видно целого ряда выводов, а высокие элементы (например, оксидные конденсаторы) кажутся "смотрящими" в разные стороны. Это следствие различия углов, под которыми при съёмке с близкого расстояния видны элементы центральной и периферийных частей платы.

Съёмку платы нужно вести с расстояния не менее метра, что значительно уменьшит различие углов визирования элементов в пределах кадра. Но при этом придётся использовать объектив с большим фокусным расстоянием или с трансфокатором высокой кратности, и потребуется стабильность взаимного положения аппарата и объекта съёмки. Эта проблема просто решается использованием штатива и режимом автоспуска. Установив, например, двухсекундный режим автоспуска, изображение объекта съёмки увеличивают трансфокатором до максимального заполнения дисплея. Затем полунажатием на спусковую кнопку фокусируют его, после чего дожимают кнопку до конца. Таким способом удаётся получить достаточно хорошие кадры вида на монтаж, лишённые описанных выше дефектов.

Аналогичным образом я сделал снимки платы со стороны печатного монтажа. В принципе, эту сторону платы можно и отсканировать, но здесь тоже есть важный нюанс. Наибольшее распространение в быту получили планшетные сканеры на приборах с зарядовой связью (ПЗС, англ. CCD — Charge Coupled Device) и с контактными датчиками изображения (англ. CIS — Contact Image Sensor) [1]. Первые снабжены специальной оптической системой и способны сканировать неровную по-



Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

верхность с глубиной резкости до 30 мм, что вполне достаточно даже с установленными на его стороне мелкими элементами.

Сканеры второго типа, как правило, дешевле и по этой причине весьма распространены, однако имеют малую глубину резкости, близкую к нулю. Они предназначены для работы лишь с плоскими листами документов, плотно прижатыми к стеклу. Полученный на таком сканере вид печатного монтажа (**рис. 5**) не блещет качеством (размыты мелкие детали, не читаются номиналы резисторов), что подтверждает преимущества фотоспособа.

Поскольку вид сверху зеркален относительно вида снизу, последний необходимо перевернуть по вертикали. Для этого я открыл файл "Вид снизу", в главном меню программы выбрал пункт "Рисунок" и далее последовательно перешёл к пунктам "Повернуть и отразить..." и "Отразить сверху вниз". Теперь изображение печатного монтажа видится как бы сквозь прозрачную плату сверху (**рис. 6**). Результат сохранил в файле "Вид снизу—повёрнуто" .

Теперь вид сверху и перевёрнутый вид снизу нужно максимально совместить по горизонтали, используя как ориентир длинную сторону платы. Для этого я, пройдя по пунктам "Рисунок" → "Повернуть и отразить...", задал в окне "Градусов:" угол поворота изображения с шагом 0,01 град. и добился горизонтальности нижней кромки платы на обоих рисунках. Затем выбрал пункт "Рисунок" → "Обрезка..." и ограничил рисунки размерами собственно платы.

Сохранив полученные результаты, я перешёл к творческому этапу работы, для выполнения которой использовал популярную у радиолюбителей, очень простую в освоении и с множеством полезных функций, русифицированную программу SPlan 7.0. Её легко найти в Интернете. Внешний вид окна программы, с загруженной в него для примера схемой МДМ-усилителя, приведён на **рис. 7**.

Чтобы сделать печатные проводники платы видимыми на стороне установки компонентов, необходимо совместить оба рассматриваемых изображения на одном рисунке, наложив вид снизу (предварительно сделав его прозрачным) на вид сверху. Но здесь есть "подводные камни". Реальный рисунок печатной платы изобилует технологическими "излишествами" — расширениями проводников и сложной их конфигурацией, буквально закрывающими собой вид сверху на плату при наложении.

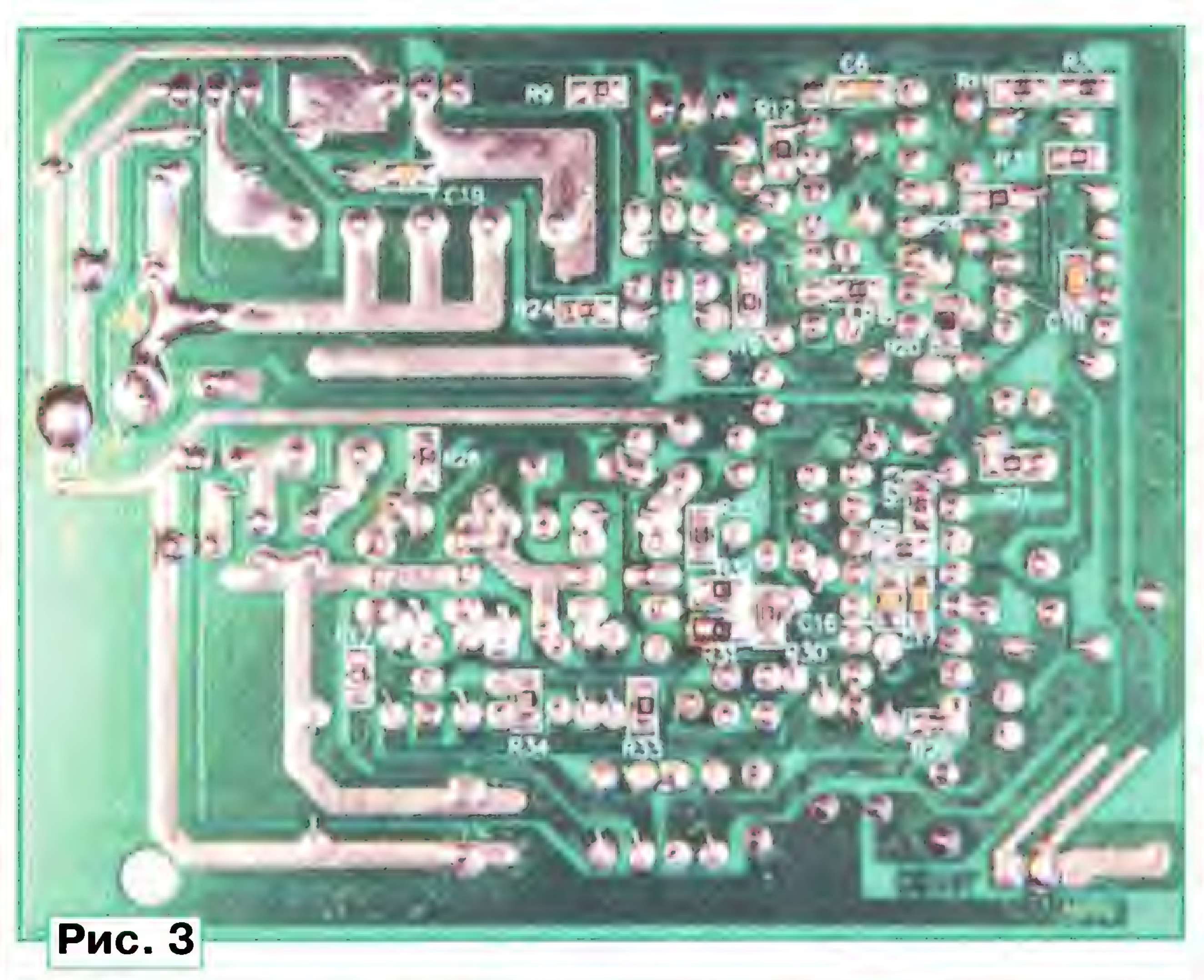


Рис. 3



Рис. 4

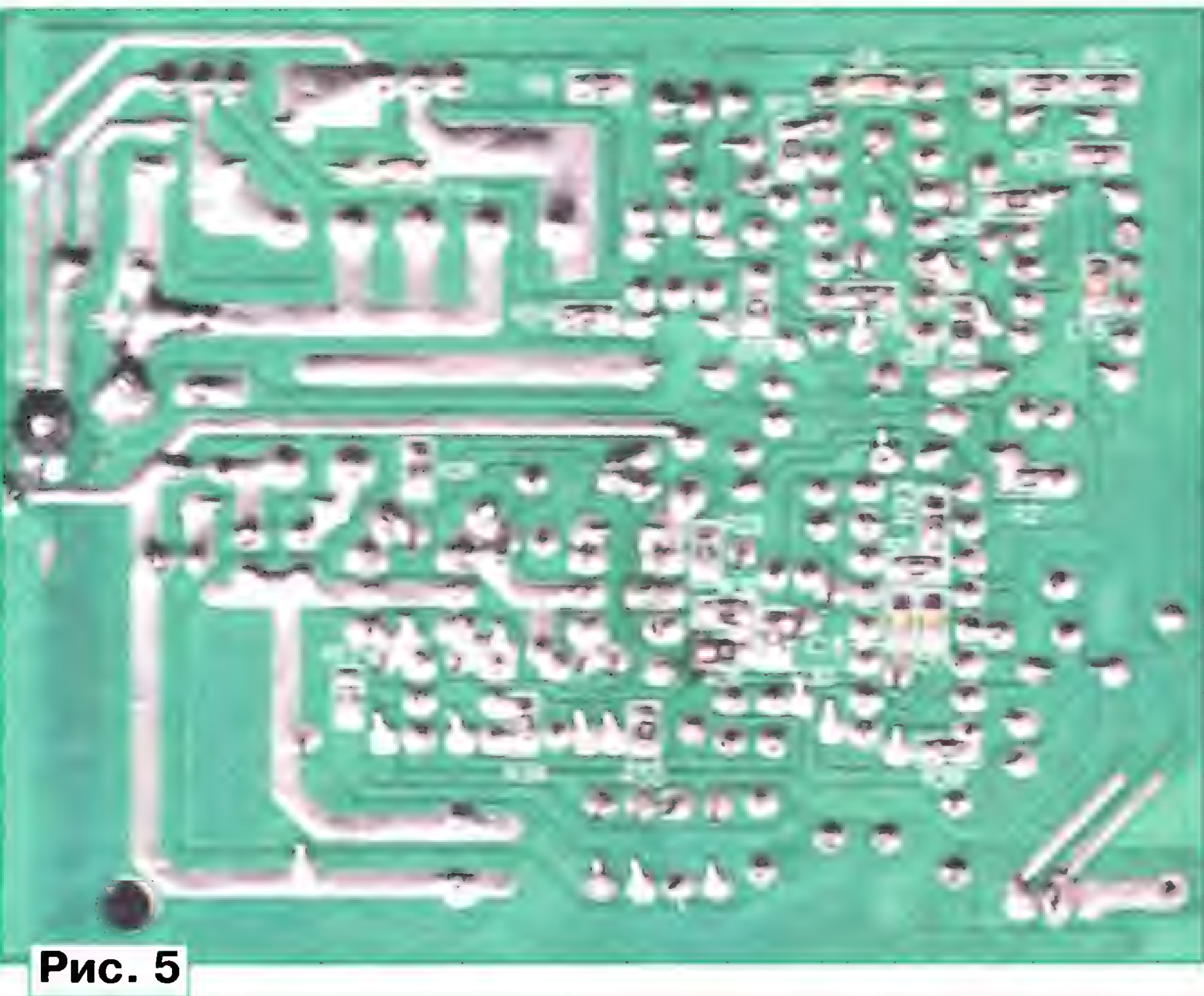


Рис. 5

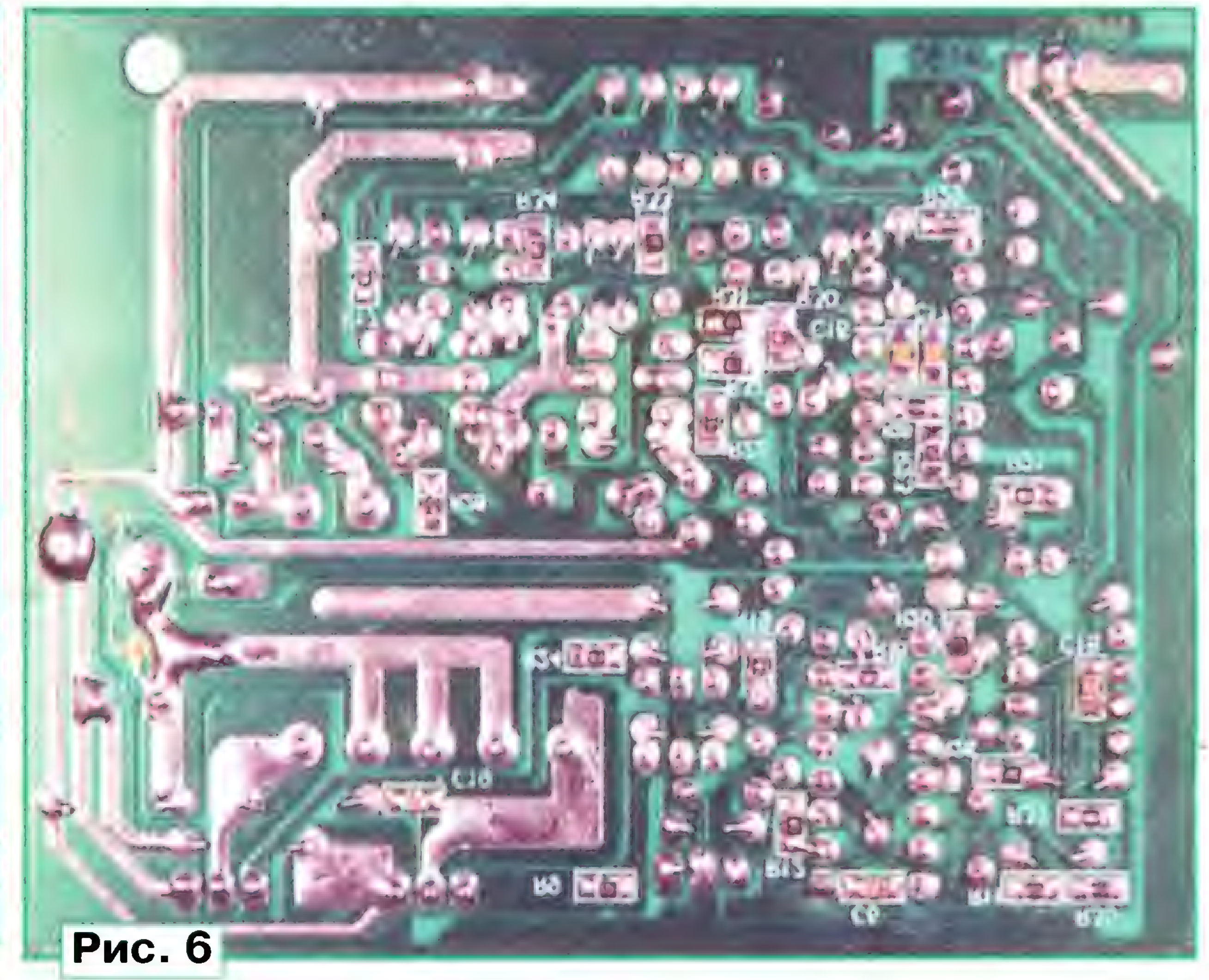


Рис. 6

Полученные фотографии я сохранил в компьютерных файлах под названиями соответственно "Вид сверху" и "Вид снизу". Не бойтесь использовать в названиях файлов русские буквы. Современные операционные системы в большинстве случаев это позволяют.

Фотоснимки я предварительно обработал в программе Picture Manager — штатном средстве пакета MS Office. Файл изображения можно открыть, щёлкнув правой клавишей мыши по его названию и выбрав нужный пункт из выпадающего списка "Открыть с помощью".

Выход из положения — создать скелетную схему печатного монтажа. Предварительно пришлось выполнить некоторые простейшие настройки программы SPlan. В нижней части под рабочим полем слева я задал шаг сетки 0,1 мм, а чуть правее в окнах "Угол изгиба" и "Угол вращения" установил "Нет".

Далее я скопировал на рабочее поле программы изображение перевёрнутого вида снизу (см. рис. 6). Для этого в

меню "Файл" выбрал пункт "Открыть файлы графики", нашёл нужный файл и открыл его на рабочем столе двойным щелчком мыши по имени.

На левой вертикальной панели программы SPlan выбрал инструмент "Точка соединения" и расставил точки в местах пайки выводов элементов на плате. Затем в меню "Опции" выбрал пункт "Стиль и цвет линий", в открывшемся окне задал ширину линий, например "5" (цвет по умолчанию чёрный), и нажал "ОК". Теперь все построенные линии будут иметь эти ширину и цвет. На боковой панели

Элементы полученного рисунка я объединил в группу, однако прежде потребовалось удалить лежащий под ними фоновый вид снизу. Выделив фоновый рисунок, щёлкнув мышью по его границе, я навёл на неё курсор и, удерживая нажатой левую клавишу мыши, выдвинул фоновый рисунок на свободное место рабочего поля. Далее, удерживая нажатой левую клавишу, выделил (охватил пунктирным прямоугольником) только что созданную схему (при этом она окрасилась в фиолетовый цвет) и щёлкнул мышью по замкнутому замочку в верхней строке

снизу, который только что использовал для создания скелетной схемы, и скопировал сюда вид на плату сверху. Увеличил высоту изображения приблизительно до половины высоты рабочего поля, потянув за любой из четырёх окружающих его угловых чёрных квадратов. Выделив щелчком скелетную схему и выбрав в меню правой клавиши мыши пункт "На передний план", я, удерживая нажатой левую клавишу мыши, надвинул эту схему на вид сверху. Согласовывал масштабы рисунков описанным выше способом до полного их совпадения в узловых точках и приступил к заключительному этапу.

Первым делом расставил на скелетной схеме все элементы, находящиеся на верхней стороне платы, используя для этой цели богатые возможности встроенной библиотеки программы SPlan. Опыт показывает, что целесообразно предварительно выбрать из библиотеки необходимые элементы (резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, обмотки трансформатора и пр.) и разместить их на рабочем поле рядом с рисунком. На схеме желательно показать и номиналы элементов, что существенно упростит окончательное построение принципиальной схемы. Итог проделанной работы представлен на **рис. 9**.

В принципе, полученный рисунок уже позволяет приступить к созданию фрагментов принципиальной схемы устройства. Однако я настоятельно рекомендую не отказываться от ещё одной процедуры, которая, в итоге, неизбежно повысит наглядность и читаемость картины, что, в свою очередь,

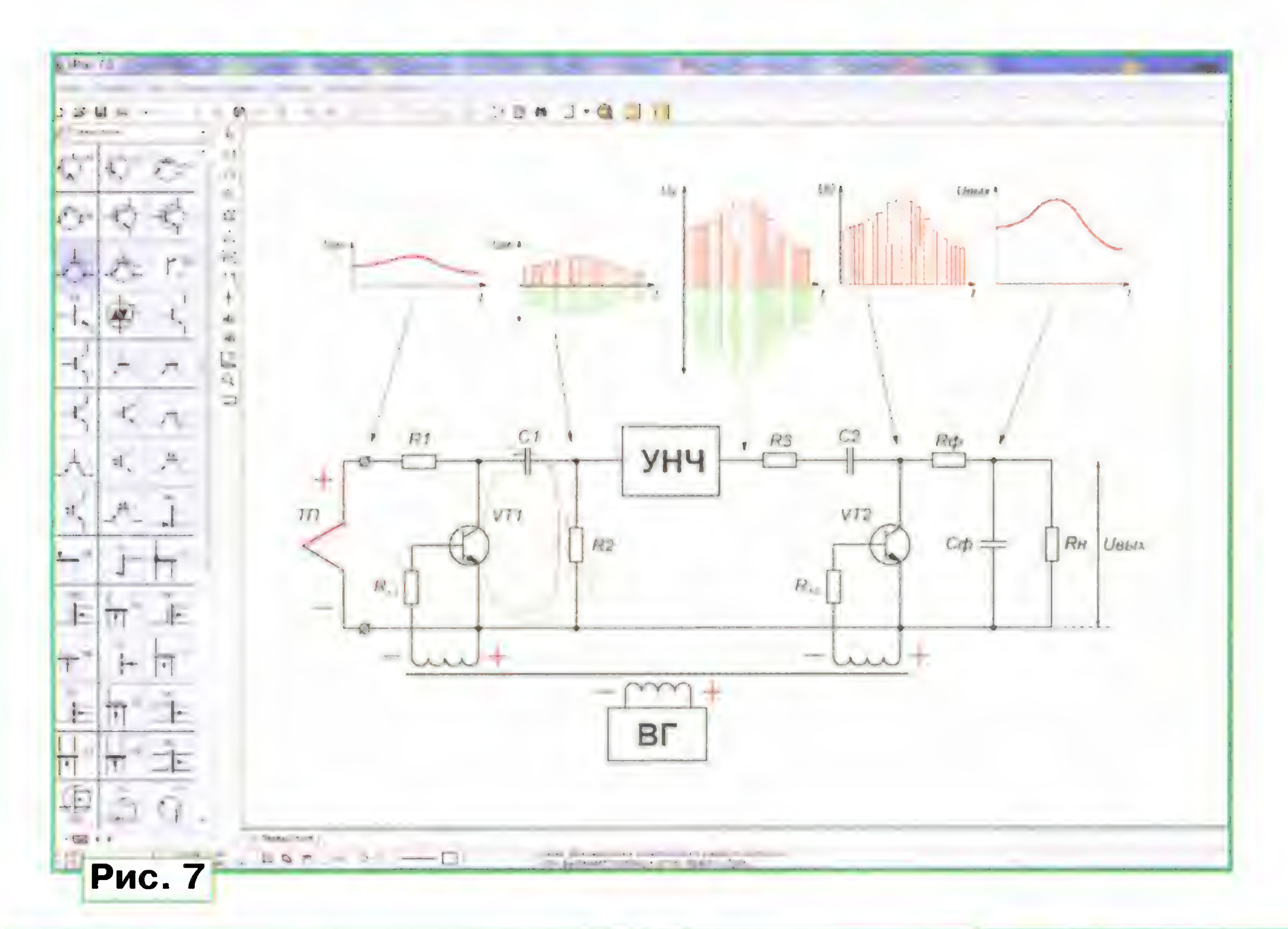


Рис. 7

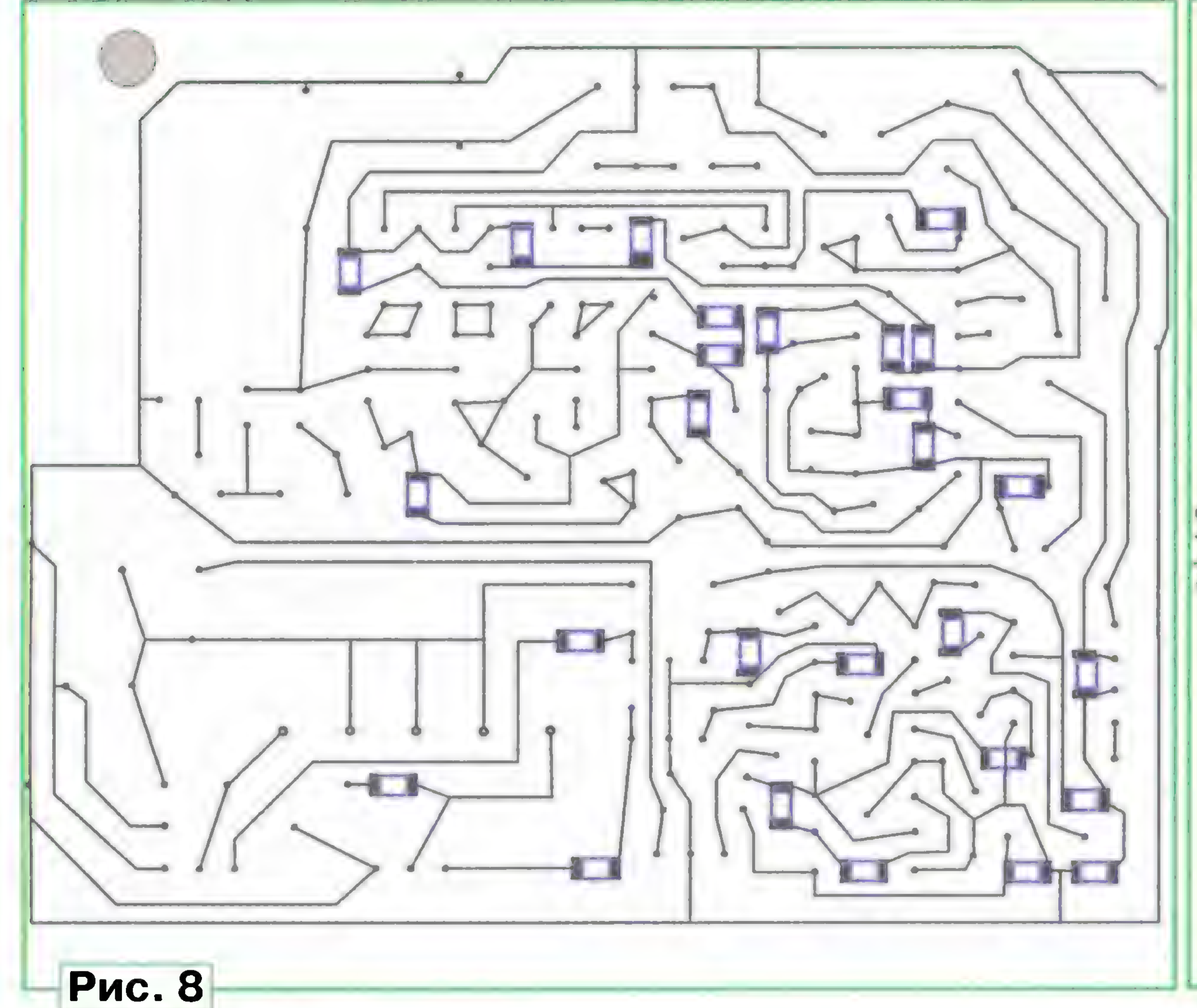


Рис. 8

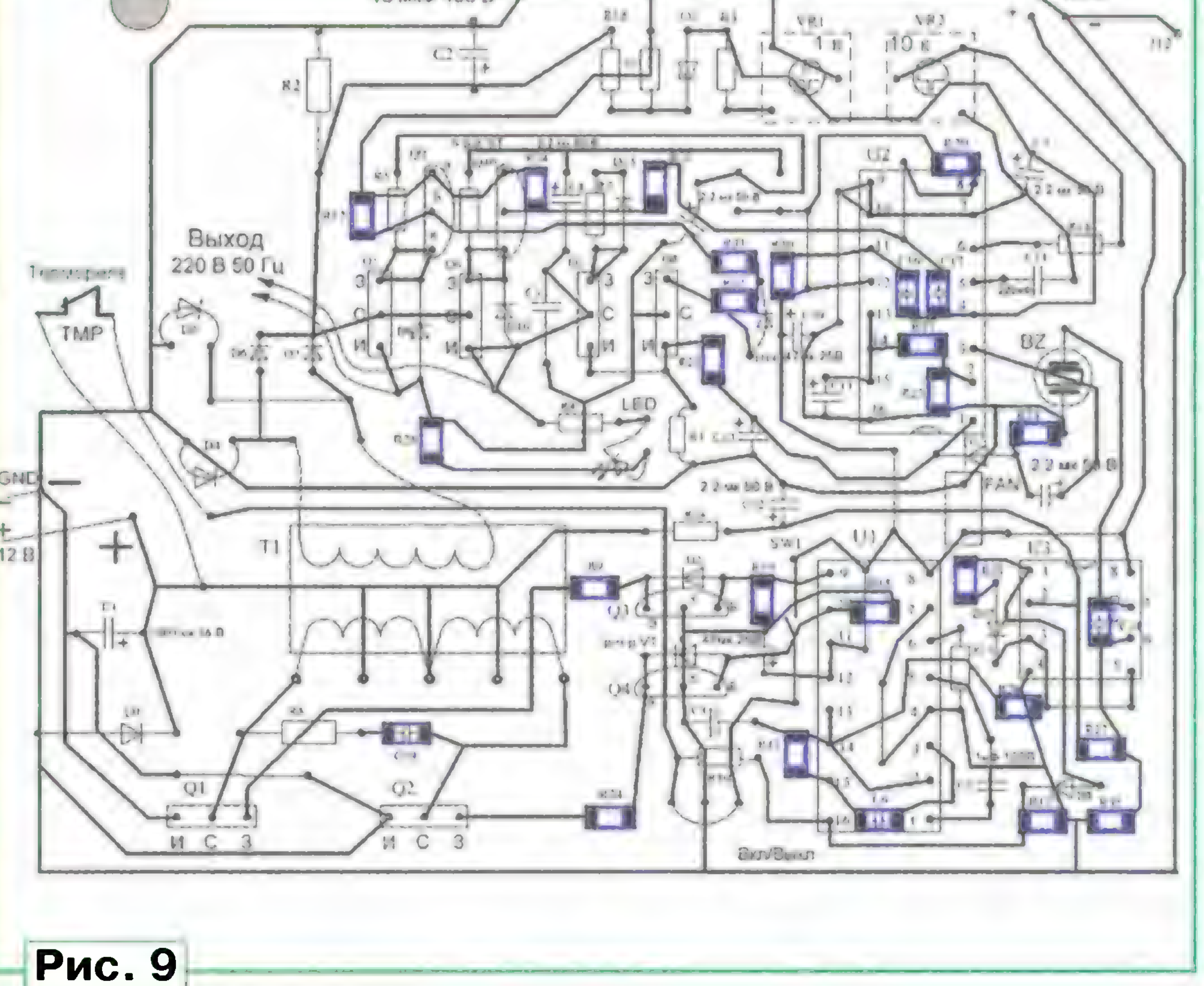


Рис. 9

выбрал инструмент "Линия" и продублировал все соединения, проводя линии между нанесёнными точками наиболее наглядно и рационально, не повторяя все особенности трассировки печатных проводников. Здесь показал в виде небольших прямоугольников элементы (резисторы и конденсаторы), расположенные со стороны печати. Для большей наглядности выделил их синим цветом.

меню (можно выбрать пункт "Группировать" в контекстном меню правой клавиши мыши). В результате созданная схема печатного монтажа превратилась в единый рисунок с прозрачным фоном (**рис. 8**).

Сохранив на всякий случай полученный результат в файле с расширением имени .spl7, я перешёл к следующему этапу работы. Удалил с рабочего поля программы SPlan фотоснимок вида

уменьшит вероятность ошибочной интерпретации схемы.

Здесь возможны два варианта. Первый и наиболее простой — распечатать показанную на рис. 9 схему и, вооружившись разноцветными фломастерами, выделить линии связи и соответствующие точки различными цветами, о которых будет сказано ниже.

Более интересен вариант создания цветной схемы печатного монтажа

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

средствами программы SPlan. Он позволяет пофантазировать и поэкспериментировать прежде, чем остановиться на окончательном варианте. Кроме того, всегда удобно иметь перед тобой на мониторе компьютера легко масштабируемую и наглядную печатную схему.

Я выбрал второй вариант и, выделив весь изображённый на рис. 9 рисунок, разгруппировал его элементы щелчком мыши по разомкнутому замочку в главном меню (вместо этого можно выбрать пункт выпадающего меню "Разгруппировать"). Но нужно помнить, если ранее группировка производилась не однократно, а по частям, то и разгруппирование нужно повторить соответствующее число раз. Если предварительно был создан раскрашенный от руки рисунок схемы, его можно использовать как образец.

Для окраски или изменения других свойств любого графического элемента необходимо выделить его щелчком мыши (чтобы придать одинаковые свойства нескольким объектам, например линиям, необходимо выделять их, удерживая нажатой клавишу Shift). Затем в меню правой клавиши нужно выбрать пункт "Свойства (атрибуты) элемента", в подменю которого можно задать нужный цвет, ширину и тип линии, цвет заливки.

Результат моей обработки скелетной схемы показан на **рис. 10**. Здесь красным цветом выделены линии, имеющие отношение к положительной полярности входного и полученного внутри устройства напряжений. Зелёным цветом обозначена отрицательная полярность (общий провод). Фиолетовый цвет показывает остальные линии связи. Перемычки на плате (порой скрытые от глаз, например, установленные под микросхемами) показаны насыщенным синим цветом. Все элементы поверхностного монтажа, размещённые на стороне печатных проводников, обозначены прямоугольниками синего цвета. Элементы, размещённые на противоположной стороне платы, изображены тонкими чёрными линиями.

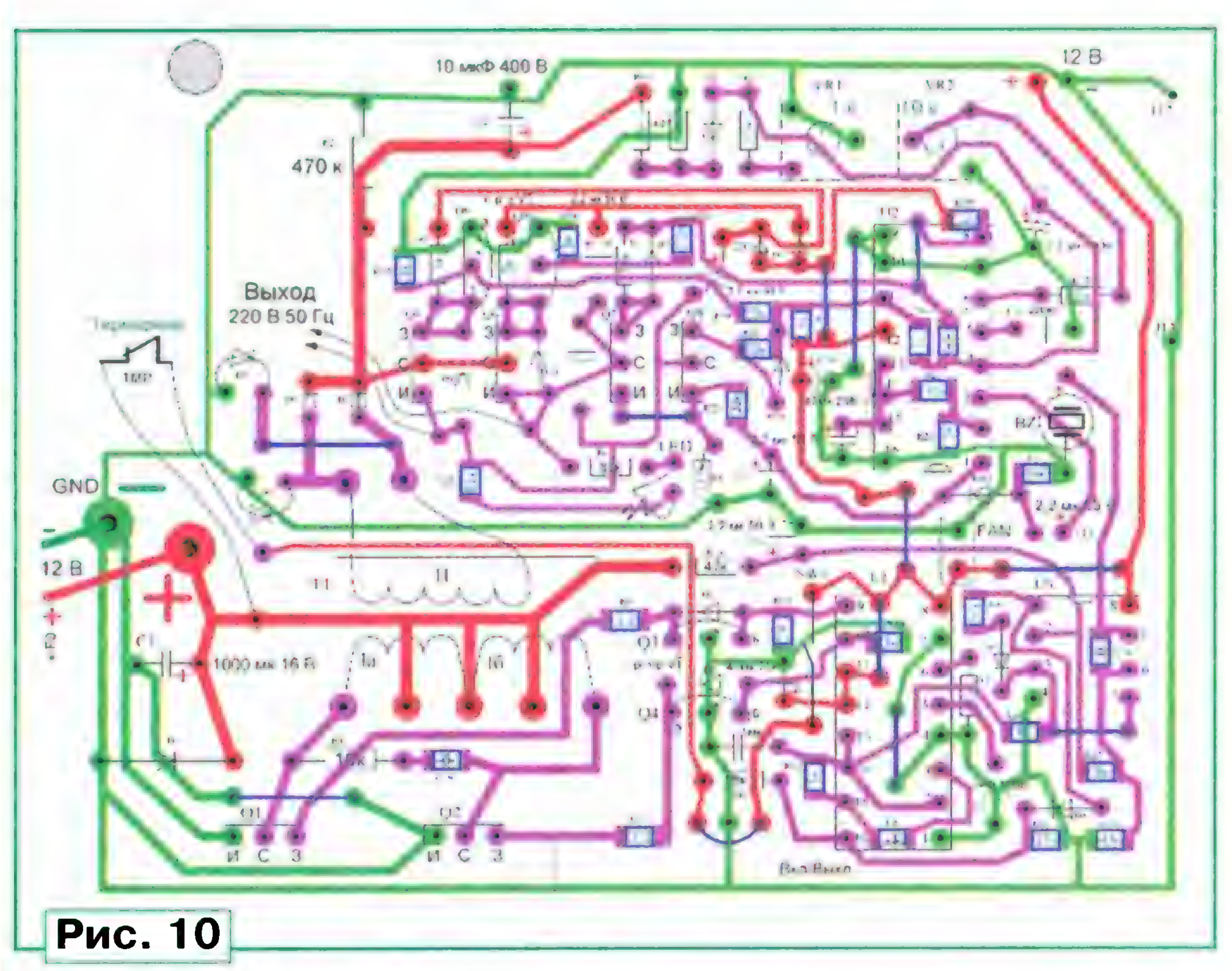


Рис. 10

Сравнивая рис. 9 и рис. 10, можно убедиться в высокой наглядности последнего. Для успешного восстановления принципиальной схемы и в дальнейшем для анализа работы устройства потребовалось все обнаруженные активные элементы (диоды, транзисторы, микросхемы) найти в справочниках или Интернете и узнать их назначение, расположение выводов, основные параметры. При этом я узнал для себя много нового. Например, что микросхемы TL494 [2, 3] представляют собой приборы, реализующие широтно-импульсную модуляцию выходных импульсов с богатым набором функциональных возможностей.

Поскольку была выполнена предварительная работа по изучению (например, в [4]) типовых схем импульсных преобразователей напряжения, я уже имел общее представление о структуре подобных устройств. Далее начался интересный творческий процесс, от качества выполнения которого во многом зависел успех решения поставленной задачи. Было заведомо ясно, что получить окончательную принципиальную схему с первого раза наскоком не удастся.

Рассуждения я начал от входных контактов, куда подаётся постоянное напряжение 12 В от аккумуляторной батареи. Глядя на свой рисунок (рис. 10) и двигаясь от входного контакта +12 В по красной линии, я увидел, что это напряжение приходит на выводы трансформатора T1. На печатной плате в этой области имеются пять равноудалённых контактных площадок. Три средних из них соединены между собой и с цепью +12 В. Есть основания предположить, что на них выведена средняя точка первичной обмотки трансформатора. Не рисуя пока ничего, я продолжил беглое знакомство с окружением трансформатора. Крайние выводы первичной обмотки трансформатора связаны со стоками полевых транзисторов Q1 и Q2, затворы которых, в свою очередь, получают сигналы управления от расположенных справа элементов, в частности, от микросхемы U1. Эти наблюдения позволили увидеть логику расположения рассмотренных узлов, учитывая, что итог их работы — изменение состояния транзисторов Q1 и Q2, стоки которых подключены к крайним выводам первичной обмотки. Следовательно, трансформатор должен быть расположен на листе бумаги где-то справа и вертикально, поскольку построение схемы в дальнейшем будет, очевидно, продолжаться по горизонтали.

К обм. II T1 | D4–D7 | К стокам Q5, Q6 | R16 330 к | D16 | К выв 4 U2 | C2 10 мк × × 400 В | R2 470 к | R27 150 к | R3 5,1 к | VR1 1 к | Общ.

Рис. 12

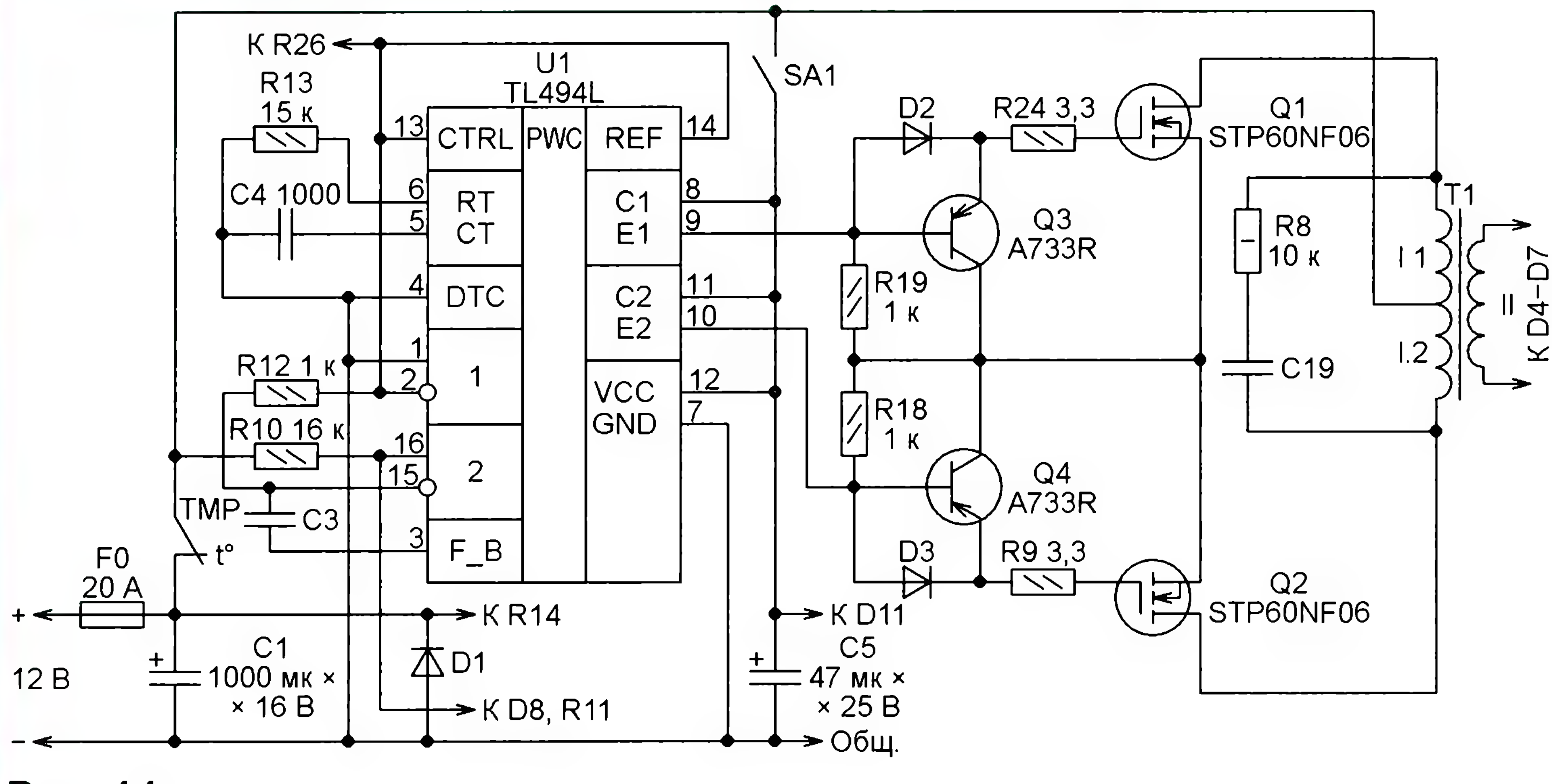


Рис. 11

В процессе рисования я заметил, что элементы управления каждой половиной обмотки расположены симметрично относительно её средней точки. Когда "бумажный" вариант фрагмента схемы откорректирован, его можно повторить на компьютере, например, в программе SPlan. Итог этой работы приведён на **рис. 11**. На этой и всех последующих схемах сохранены позиционные обозначения элементов, нанесённые на плату преобразователя, хотя они существенно

отличаются от принятых в России. Например, диоды и транзистор (VD и VT по нашим стандартам) обозначены соответственно D и Q. Позиционные номера элементов также сохранены, хотя на составленных схемах они следуют хаотически, что значительно затрудняет поиск нужного элемента по его номеру.

Далее я приступил к части схемы, связанной с вторичной обмоткой трансформатора. В большинстве предварительно изученных схем напряжение вторичной обмотки поступало непосредственно на выходную розетку. Но в моём случае оба её вывода подключены к мосту из диодов D4—D7, хотя они размещены на печатной плате так, что обнаружить мост удалось лишь после некоторых усилий. Следовательно, здесь формируется ещё одно (кроме 12 В) постоянное напряжение. Судя по параметрам оксидного конденсатора C2 (10 мкФ, 400 В), расположенного в верхней части платы и соединённого с диодным мостом, это напряжение довольно высокое.

От плюсового выхода моста видно ответвление вправо в область платы, которая, судя по насыщенности её разнообразными элементами, весьма сложна по схеме, играет какую-то самостоятельную роль и достойна отдельного внимания. Я решил рассмотреть её чуть позже, а пока продолжил движение по плюсовому проводнику. Все соединённые с ним элементы расположены в верхней части платы, число их невелико. Это позволило без труда завершить создание схемы этого фрагмента, представленной на **рис. 12**.

Её анализ показывает, что перед нами выпрямитель высокого переменного напряжения, из выходного постоянного напряжения которого каким-то неизвестным пока образом будет сформировано переменное выходное напряжение 220 В частотой 50 Гц.

Продолжив двигаться вправо от верхнего по схеме вывода резистора R16, я попал на вывод 4 микросхемы U2 (TL494L). Зная из [3], что её выводы 8 и 11 — коллекторы выходных транзисторов, я проследил, куда идут от них печатные проводники, и увидел, что к базам и затворам транзисторов пока не рассмотренного узла. Схема узла на элементе U2 имеет вид, изображённый на **рис. 13**.

Рис. 13

Теперь можно было взяться за выходной узел — формирователь переменного напряжения 220 В 50 Гц. Я возвратился к печатному проводнику, идущему от катодов диодов к стокам транзисторов Q5 и Q6. Предстояло составить схему самого сложного, на первый взгляд, узла, насыщенного плотно размещёнными элементами со сложно организованными связями. Это потребовало большего внимания и усидчивости.

Поскольку формирователем выходного переменного напряжения, как я предположил, управляет микросхема U2, подавая на него прямоугольные симметричные импульсы, соединённые стоки упомянутых выше двух транзисторов могут свидетельствовать о наличии двух независимых каналов преобразования. Не исключая такую возможность, я начал движение по одному из них. Обнаружил соединение между истоком транзистора Q5 и стоком транзистора Q8. Кстати, здесь же берёт начало один из проводов, идущих к выходной розетке преобразователя напряжения. Исток транзистора Q8 соединён с общим проводом через низкоомный резистор R1, что подтверждает его соединение с минусом высоковольтного выпрямителя. Аккуратно дорисовал цепи управления этими транзисторами и стрелками показал связи с другими узлами.

Сделав аналогичные построения для второго канала, начиная с транзистора Q6, я обнаружил их полную идентичность. Это позволило при создании схемы в программе SPlan нарисовать схему лишь одного канала, затем в меню правой клавиши мыши выбрать пункт "Дублировать" и, переместив копию на нужное место, зафиксировать её здесь. Откорректировав позиционные номера элементов второго канала и отредактировав схему в целом, я выделил (обведя мышью) весь рисунок, сгруппировал все его элементы и сохранил схему в файле. Полученная схема формирователя выходного переменного напряжения изображена на **рис. 14**.

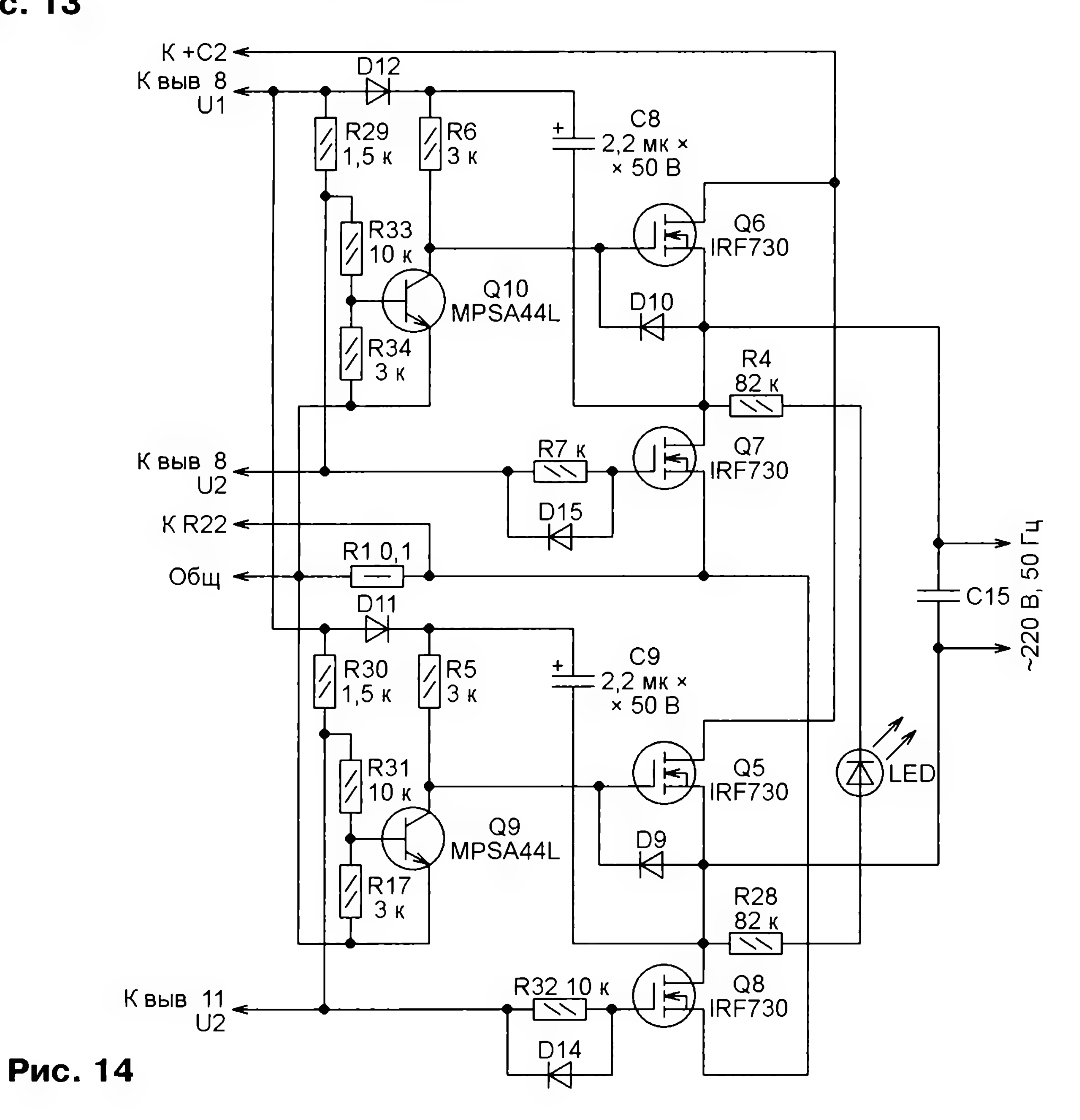


Рис. 14

ЛИТЕРАТУРА

1. Какой выбрать сканер CCD или CIS? — URL: **http://skanworld.ru/kakoj-vybrat-skaner-ccd-ili-cis.html** (07.09.17).

2. **Широков С.** TL494CN: схема включения, описание на русском, схема. — URL: **http://fb.ru/article/196093/tl-cn-shema-vklyucheniya-opisanie-na-russkom** (07.09.17).

3. TL494 ШИМ — контроллер. — URL: **http://rudatasheet.ru/datasheets/tl494** (07.09.17).

4. Преобразователи напряжения на ИМС TL494. — URL: **https://yandex.ru/search/?text=Preobrazovateli-naprjagenija-na-IMS-TL494&lr=959&clid=2276851-402** (15.08.17).

(Окончание следует)

Версия редактора CG-Edit для работы со шрифтами большого формата

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

В очередной раз взяться за обновление редактора растровых шрифтов CG-Edit [1—3] автора заставила сугубо практическая необходимость. Для одной из его разработок потребовались шрифты с высотой символа 40—56 пкс. Так как возможности редактора предыдущих версий ограничивались форматом знакоместа 32×32 пкс, пришлось его усовершенствовать.

Попытка решить задачу "малой кровью", просто внедрив в программу недостающие форматы знакомест, оказалась непродуктивной. Дело в том, что с увеличением размеров знакоместа существенно растёт число пикселов в нём, и создание символов становится весьма утомительным вследствие большого числа операций изменения состояния пикселов. Например, если знакоместо формата 8×8 содержит 64 пиксела, то в знакоместе формата 40×48 их уже 1920.

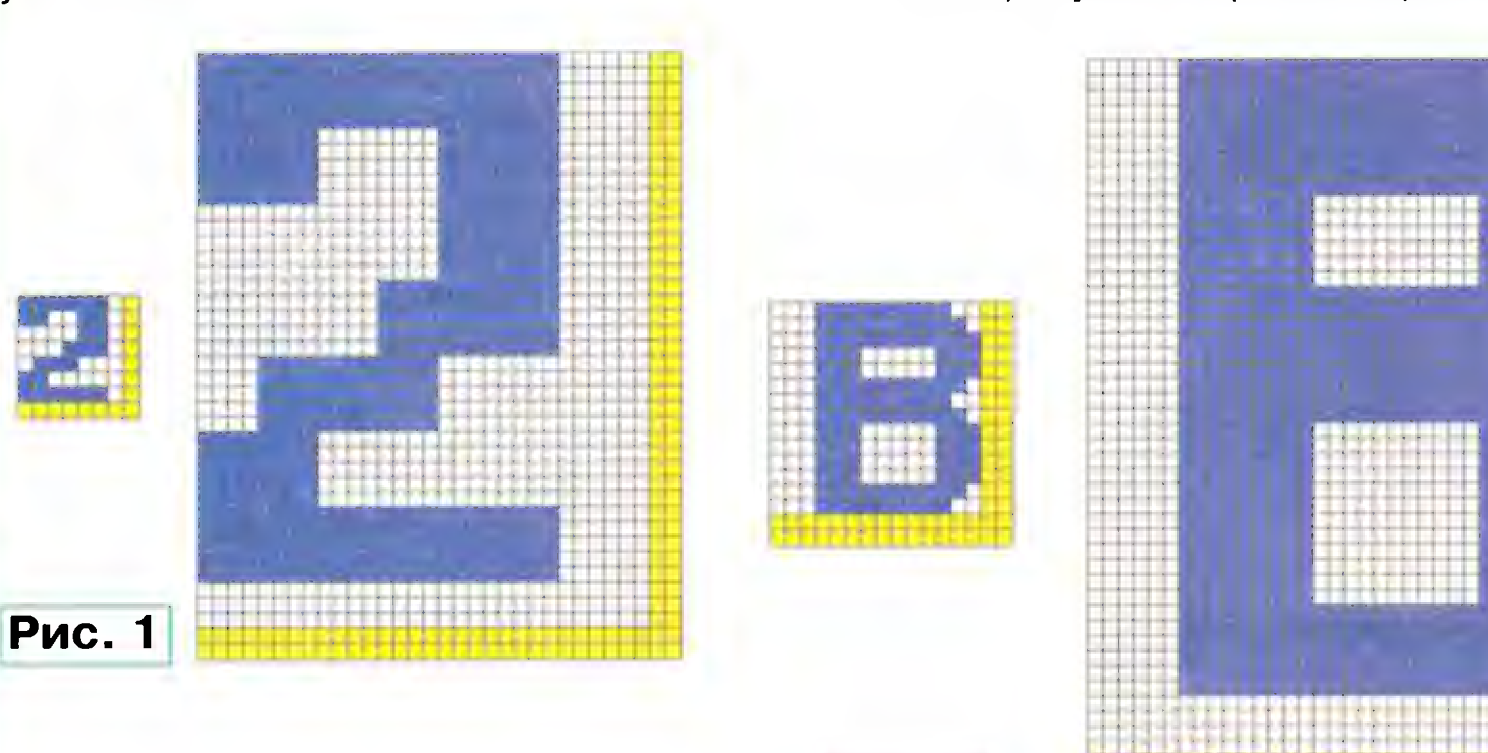


Рис. 1

Рис. 2

В среднем изображение символа занимает около половины площади знакоместа, значит, для создания символа в формате 8×8 требуется обработать в среднем 30 пикселов, а в формате 40×48 — около тысячи. Если в первом случае нужный символ можно довольно быстро создать, просто щёлкая мышью по требуемым пикселам, то во втором делать это слишком долго и утомительно. Имевшиеся в предыдущих версиях программы CG-Edit инструменты "Карандаш" и "Ластик" [2] облегчают этот труд, однако при создании символов больших форматов их возможностей становится явно недостаточно.

При доработке программы в неё добавлены новые инструменты, применение которых упрощает и ускоряет создание "больших" шрифтов.

Увеличение формата текущего шрифта — инструмент масштабирования, воздействующий на все символы текущего (загруженного в программу) шрифта. Он создаёт шрифт большего формата из меньшего, например, 40×48 из 8×8. Новый шрифт автоматически загружается в программу, заменяя собой исходный, и становится текущим. Вид развёртки и позитивное либо негативное отображение символов остаются такими же, как в исходном шрифте. Это накладывает ограничения на допустимый формат создаваемого шрифта. Например, из шрифта формата 8×8 с горизонтальной развёрткой программа не сможет создать шрифт формата 12×16, для которого допустима только вертикальная развёртка (подробнее об этом в [1]).

Примеры работы инструмента приведены на **рис. 1** (8×8 преобразован в 32×40) и **рис. 2** (16×16 преобразован в 40×48). Полученные с его помощью символы большого размера обычно приходится редактировать. Дело в том, что масштабирование растровых изображений обычно приводит к их искажению (появлению так называемых артефактов). Кроме того, детализация символов большого размера остаётся такой же, как маленьких. Тем не менее значительно проще и быстрее поправить несколько пикселов увеличенного символа, чем строить его заново. Но иногда воспользоваться масштабированием не удаётся. Например, если планируемое начертание символов большого размера существенно отличается от такового в имеющихся шрифтах меньших форматов. Это характерно именно для больших шрифтов, в которых возможны десятки вариантов начертания символов.

Линия — этот инструмент соединяет две произвольные точки знакоместа отрезком прямой линии синего цвета.

Ломаная линия — этот инструмент создаёт внутри знакоместа последовательность отрезков прямой линии синего цвета, причём начало каждого следующего отрезка совпадает с концом предыдущего.

Заливка — этот инструмент закрасит синим цветом область произвольной формы внутри знакоместа. Эта область должна иметь непрерывную границу из пикселов синего цвета. При отсутствии границы или разрывах в ней программа сообщает об ошибке и прекращает выполнение операции.

Окружность — этот инструмент позволяет нарисовать в пределах знакоместа окружность толщиной 1 пкс требуемого радиуса. Для этого сначала в знакоместе отмечают щелчком левой кнопки мыши пиксел, который станет центром будущей окружности. Его цвет станет голубым. Затем курсор устанавливают на любой пиксел, отстоящий от центра на требуемое расстояние (радиус окружности). После щелчка по нему левой кнопкой мыши программа построит требуемую окружность. Центр её останется подсвеченным голубым цветом, и если теперь щёлкнуть по любому другому пикселу, будет построена ещё одна окружность с тем же центром. Так можно построить любое число концентрических окружностей. Построение неполных окружностей (дуг) не предусмотрено. Ненужную часть окружности просто стирают. Если для следующих окружностей требуется сменить центр, то устанавливают курсор на нужное место и щёлкают правой кнопкой мыши. После этого программа будет строить окружности вокруг нового центра.

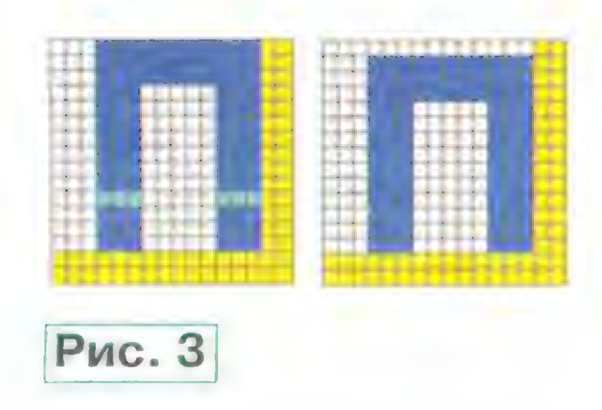
Увеличение и уменьшение высоты символа — эта пара инструментов изменяет высоту редактируемого символа на один пиксел. При наведении на знакоместо курсора мыши включённые пикселы редактируемого символа в строке, где находится курсор, будут окрашены в голубой цвет, как показано на **рис. 3** слева. После щелчка правой кнопкой мыши по выделенной строке произойдёт следующее. Если задано уменьшение высоты символа, выделенная строка будет удалена, а всё, что находилось выше её, опустится вниз на один пиксел, как показано на рис. 3 справа. При увеличении высоты символа всё, что находится выше выделенной строки, будет сдвинуто на один пиксел вверх, а на освободившемся месте будет продублирована выделенная строка. Операция увеличения высоты не будет выполнена, если верхняя строка знакоместа не пуста.

Расширение или сжатие символа — эти инструменты расширяют или сжимают редактируемый символ. После выбора одного из них и наведения курсора мыши на знакоместо через включённые пикселы символа пройдёт колонка выделения голубого цвета, положение которой будет соответствовать положению курсора (слева на **рис. 4**). Далее всё происходит аналогично увеличению или уменьшению высоты символа, но перемещается вправо или влево та часть изображения символа, которая находится левее выделенной колонки. Результат расширения показан на рис. 4 справа. Операция расширения не выполняется, если крайняя левая колонка знакоместа не пуста.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

В обновлённой программе остались неизменными инструменты сдвига символа по горизонтали и вертикали, его отражения по горизонтали и удаления. Изменился лишь инструмент "Откат". Он стал многоуровневым с возможностью как перехода к предыдущим состояниям, так и возврата к сделанным изменениям. Стек хранения изменений имеет шесть уровней. На самом нижнем уровне всегда находится исходное (до начала редактирования) изображение символа, а на остальных хранятся результаты пяти последних изменений. Однако в стеке не сохраняются результаты изменения состояния одиночных пикселов, сдвигов изображения символа во всех направлениях и его зеркального отражения по горизонтали. Эти операции легко отменить иными способами. Например, сдвиг символа влево отменяется его сдвигом вправо.

В новой версии программы изменён и ряд доступных форматов шрифта. Поскольку прямоугольная форма знакоместа более естественна по сравнению с квадратной, из него удалены "квадратные" форматы, за исключением широко распространённых 8×8 и 16×16. Теперь ряд допустимых форматов выглядит так: 6×8, 8×8, 12×16, 16×16, 16×24, 24×32, 32×40, 40×48, 48×56.


Рис. 3

Усовершенствован алгоритм распознавания символов. Во-первых, устранена имевшаяся в предыдущих версиях программы ненадёжность распознавания видов развёртки загружаемого шрифта (чаще всего путались "Горизонтально 1" и "Горизонтально 2"). Это было характерно для шрифтов форматов 6×8 и 8×8. Причина — в характере начертания первых четырёх символов зоны "Знаки" [2], по которым программа распознаёт вид развёртки. Почти все они симметричны по горизонтали и выглядят одинаково при развёртке как слева направо, так и в обратном направлении. Первые два символа (пробел и "!") горизонтально симметричны по определению, ещё один ("#"), хотя и несимметричен, но малый формат знакоместа не позволяет придать ему истинное наклонное начертание, поэтому он приобретает горизонтальную симметрию. Так что три из четырёх символов этой зоны распознавались с одинаковой достоверностью для обоих видов горизонтальной развёртки, а этого в ряде случаев [2] достаточно для ошибочного решения о направлении развёртки. Алгоритм распознавания выбирал из двух видов горизонтальной развёртки тот, который встречался ему первым, а это всегда был "Горизонтально 1".

В новом варианте программы изменён набор ключевых символов для зоны "Знаки". Теперь это символы с кодами 20H, 25H, 26H, 2FH. Кроме того, для обнаружения зоны теперь требуется наличие всех четырёх ключевых символов, а произведение их коэффициентов корреляции с моделями должно быть не менее 0,179, что соответствует среднему коэффициенту корреляции 0,65.

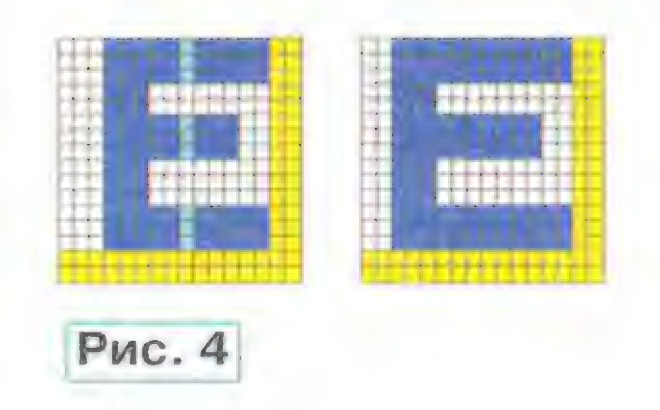
Стал более гибким вывод информации о наличии и отсутствии символов по зонам. Если ранее результат распознавания зоны выдавался как "Да" или "Нет", при этом результат "Нет" означал, что символы не распознаны [2], то в новой версии программы результат распознавания зоны имеет следующие варианты:

"Да" — зона распознана;

"???" — все ключевые символы зоны присутствуют, однако существенно отличаются от моделей;

"Нет" — один или несколько ключевых символов отсутствуют, по имеющимся сделать вывод о распознавании зоны невозможно.

При запуске программы открывается такое же окно, как в предыдущих версиях. Но после начала работы со шрифтом его панель "Выбор символа" приобретает вид, показанный на **рис. 5**. Здесь появились две новые экранные кнопки — "Создать модель" (о её функции пойдёт речь в конце статьи) и "Увеличить шрифт", нажатием на которую запускают механизм увеличения формата текущего шрифта. Предлагается выбрать требуемый формат из выпадающего списка, после чего будет выполнено преобразование и полученный шрифт загружен в программу (станет текущим). Оперативный возврат к исходному шрифту не предусмотрен.


Рис. 4

На панели "Редактирование знакоместа", справа от него и под ним, расположены экранные кнопки выбора инструментов редактирования. Все они имеют мнемонические изображения и всплывающие подсказки, так что разобраться с их функциями не представляет труда.

Экранными кнопками без фиксации (они расположены ниже редактируемого знакоместа) запускают инструменты, которые не требуют дополнительных действий, кроме нажатия на саму кнопку. Например, "Сдвиг символа" или "Отразить по горизонтали". Особенность кнопок управления механизмом отката ("Откат" и "Вернуть") в том, что каждая из них видима только тогда, когда реализуемая с её помощью функция доступна. Если, например, откат невозможен, то и соответствующая кнопка не видна.

Работу инструментов, требующих, кроме нажатия на кнопку, ещё каких-либо действий, запускают экранными кнопками с фиксацией, расположенными справа от редактируемого знакоместа. Пример такого инструмента — "Заливка". После его выбора нажатием на соответствующую кнопку с помощью мыши выполняют действия, необходимые для заливки области.

Нажатая экранная кнопка с фиксацией приобретает красный цвет. Выключают выбранный инструмент повторным нажатием на эту кнопку либо выбором другого инструмента.

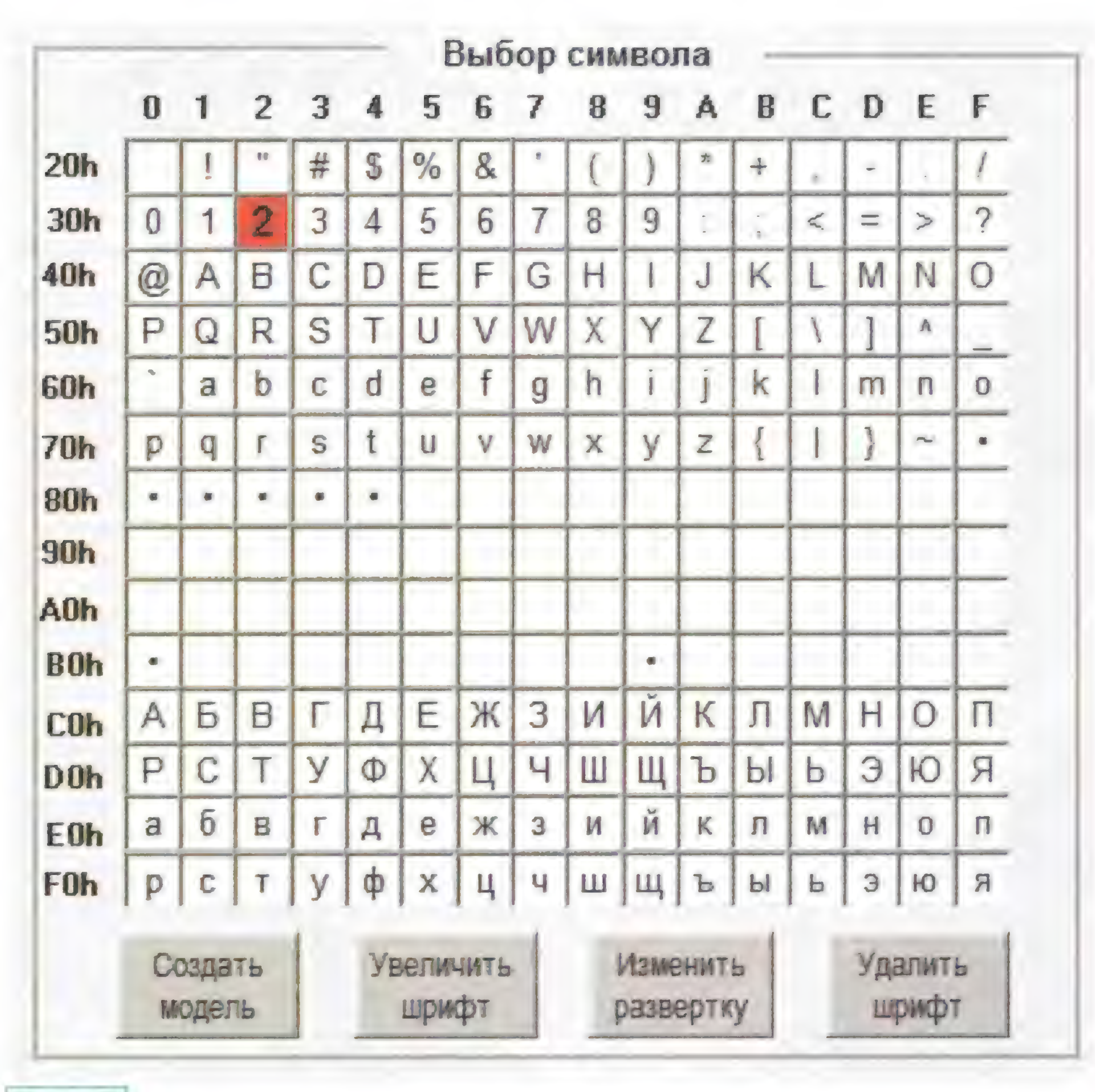


Рис. 5

В остальном обновлённая программа соответствует версии 2.55 [3]. Её комплект состоит из исполняемого файла CGE261.exe, файла библиотеки Comdlg32.ocx и двух папок Model и Pict, содержащих вспомогательные файлы. Всё это вместе с исполняемым файлом должно быть помещено в одну папку. Для старых версий операционной системы Windows (например, Windows XP) этого достаточно. Но при попытке запуска программы под управлением более современных версий (Windows 7, Windows 10) иногда выводится сообщение, показанное на **рис. 6**. Оно означает, что программа "не видит" указанный файл в своей папке, его нужно поместить в системную папку и зарегистрировать в ней. Для этого в 32-разрядных версиях Windows следует выполнить следующие несложные действия:

— скопировать файл Comdlg32.ocx из папки программы в системную папку C:\Windows\System32;

— в той же папке C:\Windows\System32 найти файл cmd.exe и щёлкнуть по нему правой кнопкой мыши;

— в открывшемся меню выбрать "Запуск от имени администратора";

— в открывшемся консольном окне ввести команду

```
regsvr32 Comdlg32.ocx
```

и нажать на клавишу Enter;

— перезагрузить операционную систему.

В 64-разрядных версиях Windows нужно выполнить те же самые операции, пользуясь вместо папки C:\Windows\System32 папкой C:\Windows\SysWOW64.

Если программа не распознаёт некоторый шрифт автоматически, а это необходимо, проблему можно решить, изменив набор моделей символов, которыми программа пользуется при распознавании. Такая проблема обычно возникает для шрифтов больших форматов (более 16×16). Её порождает разнообразие вариантов начертания символов в этих форматах. Если в формате 8×8 можно реализовать лишь два-три разумных варианта, то в формате 32×40 их число достигает нескольких десятков.

Чтобы программа правильно распознала шрифт конкретного начертания, среди включённых в неё моделей должны присутствовать близкие по начертанию к ключевым символам этого шрифта. В рассматриваемой версии программы заложена идентификация каждого ключевого символа по четырём различным моделям. Но это не означает, что в каждом формате возможно распознавание лишь четырёх вариантов начертания символов. На самом деле число их гораздо больше, поскольку многие различаются лишь незначительными деталями. Это позволяет модулю распознавания идентифицировать несколько разных шрифтов по одному набору моделей.

Заложенный в модуль критерий требует, чтобы коэффициент корреляции между реальным изображением символа и его моделью был не менее 0,65, что допускает довольно большие различия. Но если модуль всё-таки не распознаёт нужный шрифт, можно научить его делать это. Для этого необходимо заложить в программу модели, соответствующие требуемому шрифту.

В комплекте программы есть папка Model с девятью файлами. Каждый из них содержит набор моделей для одного из перечисленных выше форматов знакомест: от t0.mod для формата 6×8 до t8.mod для формата 48×56. Набор моделей представляет собой неполный знакогенератор с четырьмя вариантами начертания каждого ключевого символа. Всего в нём 64 символа — по четыре ключевых символа в четырёх вариантах для четырёх зон. Характерные особенности моделей — позитивное изображение символов, развёртка "Вертикально 1", каждый символ сдвинут в левый нижний угол знакоместа. Размещение символов в файле моделей показано в **таблице** на примере шрифта формата 8×8.

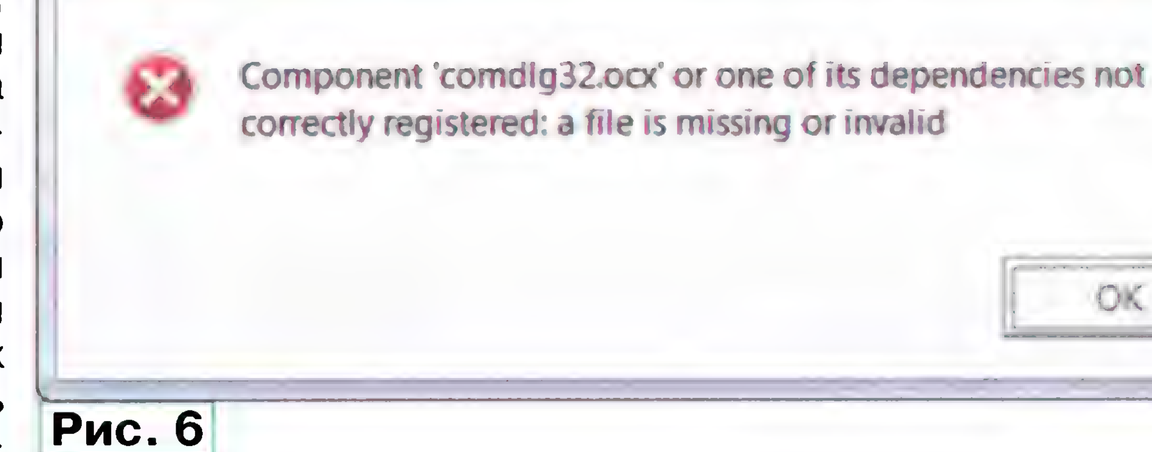


Рис. 6

Строка	Зона															
	Знаки				Цифры				Латиница				Кириллица			
0		%	&	/	0	1	2	3	A	B	C	D	А	Б	В	Г
1		%	&	/	0	1	2	3	A	B	C	D	А	Б	В	Г
2		%	&	/	0	1	2	3	A	B	C	D	А	Б	В	Г
3		%	&	/	0	1	2	3	A	B	C	D	А	Б	В	Г

Содержимое файлов моделей этого и других форматов можно увидеть и отредактировать с помощью самой программы CG-Edit. Чтобы загрузить в редактор такой файл, нужно в окне ввода имени загружаемого файла установить фильтр "Все файлы", перейти в папку Model и выбрать из списка нужный файл моделей. Соответствующий этому файлу формат знакоместа и вид развёртки "Вертикально 1" придётся установить вручную.

После этого содержимое файла можно просматривать и редактировать как обычно, а затем сохранить отредактированный вариант обязательно под прежним именем. Рекомендуется предварительно сохранить копию старого файла под другим именем, иначе восстановить его содержимое будет невозможно.

В программе появился инструмент, который позволяет автоматически откорректировать файл моделей, внеся в него ключевые символы из текущего (загруженного в программу) шрифта. Для этого нужно загрузить в программу неопознанный автоматически шрифт (возможно, придётся потрудиться, подбирая параметры, которые неизвестны заранее). Затем нажать на экранную кнопку "Создать модель", находящуюся на панели "Выбор символов". Откроется окно, в котором будет предложено выбрать строку файла моделей. В неё будут автоматически загружены в качестве ключевых соответствующие символы текущего шрифта. После этого, указав, если нужно, на необходимость сохранить исходный файл моделей, нажмите на экранную кнопку OK. Будет выполнено следующее:

— развёртка текущего шрифта преобразована в "Вертикально 1", если она была иной;

— исходный файл моделей сохранён, если это было задано, в папке Model под тем же именем, но с расширением .old;

— необходимые символы перенесены со сдвигом в левый нижний угол знакоместа в файл моделей;

— обновлённый файл моделей сохранён под прежним именем;

— восстановлен исходный вид развёртки текущего шрифта.

Чтобы облегчить разработку и редактирование символов большого размера, реализован вывод на экран информации о координатах курсора мыши в знакоместе (в пикселах). Начало отсчёта координат — левый верхний угол знакоместа. Кроме того, при работе с инструментом "Окружность" после задания её центра на экран выводится предполагаемое значение радиуса будущей окружности в зависимости от текущего положения курсора относительно её центра. Вся эта информация отображается в правой верхней части панели "Редактирование знакоместа".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Савченко А.** Редактор растровых шрифтов для графических ЖКИ. — Радио, 2016, № 3, с. 25—27.

2. **Савченко А.** Новые возможности редактора растровых шрифтов для ЖКИ. — Радио, 2016, № 10, с. 33—36.

3. **Савченко А.** Создание файлов знакогенераторов в формате Intel HEX с помощью обновлённой программы CG-Edit. — Радио, 2017, № 5, с. 24, 25.

От редакции. Программа CG-Edit версии 2.61 и все необходимые для её работы файлы находятся по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/CGE-261.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Микроконтроллерный имитатор "пальчиковых" электронно-световых индикаторов

Д. МОЛОКОВ, г. Нижний Тагил Свердловской обл.

Автор, продолжая тему, начатую статьёй в [1], предлагает ещё одну разработку, расширяющую ассортимент имитируемых индикаторов.

Предлагаемый имитатор позволяет без вмешательства в схему аппарата заменить в нём неисправные миниатюрные (пальчиковые) электронно-оптические индикаторы 6Е1П, ЕМ80, ЕМ81 и ЕМ85 [2, 3], приобрести которые сегодня проблематично. Эти индикаторы имеют близкие размеры и электрические параметры, но у них разное число теневых секторов изменяющейся ширины: два — у 6Е1П и ЕМ80 и только один — у ЕМ81 и ЕМ85. Одинаковы цоколёвка и ориентация экрана относительно штырьков цоколя этих индикаторов, за исключением ЕМ85, катод которого подключён к выводу 3, а не 2, как у остальных, а экран расположен несколько иначе. Имитатор питается напряжением накала заменяемого им индикатора. Потребляемый ток не превышает 170 мА.

Эскиз конструкции имитатора показан на **рис. 1**. Применённый в ней электродвигатель 1 — бесщёточный с внешним ротором диаметром 17 мм. Он извлечён из компьютерного вентилятора размерами 25×25×10 мм и потребляет ток 80 мА при питании постоянным напряжением 12 В. Частота вращения ротора имеющегося у автора экземпляра этого двигателя после снятия крыльчатки уже при напряжении питания 5 В достигла 125 $с^{-1}$. Чтобы понизить её до необходимых 24 $с^{-1}$, потребовалось предусмотреть в имитаторе регулятор частоты вращения на основе имеющегося в применённом микроконтроллере модуля ССР, сконфигурированного как ШИ-модулятор.

Рис. 1

диода 4, расположенных один напротив другого под неподвижной перегородкой 5 с щелью шириной 0,5 мм. На торце ротора электродвигателя укреплено зеркало 2. Отразившись от него, излучение светодиодов через щель в перегородке 5 попадает на экран 7. Расположение на роторе двигателя 1 зеркала 2 и нанесённой белой краской метки 14 показано на **рис. 2**. Ротор, если смотреть на двигатель с его стороны, вращается против часовой стрелки.

Формирование изображения на экране происходит при каждом обороте ротора в два этапа. Сначала по сигналу оптрона 6 с открытым оптическим каналом по метке 14 формируется правая половина изображения. Затем с задержкой на 9,4 мс формируется левая половина изображения.

Электронная часть имитатора состоит из платы микроконтроллера 11, платы привода 10, платы питания 9, а также платы светодиодов 3 и платы 12, на которой расположены штыри, образующие "цоколь" имитатора. Состыкованные разъёмами платы 9—11 образуют "этажерку". Узкими торцами плат она опирается на плату 12 и закреплена на ней. На плате 12 установлена и плата 3, соединённая с платой 9 четырьмя проводами. Схема соединения плат показана на **рис. 3**.

Габариты такой конструкции в направлении, противоположном экрану, больше, чем у индикаторной электронной лампы. Но в большинстве случаев это не мешает установить имитатор на её место. Как правило, свободного места за индикатором в аппарате достаточно.

У печатной платы 9 имеется выступ, имитирующий "штенгель" лампы. Кронштейн 8, изготовленный из стальной проволоки диаметром 1 мм, вставлен в предназначенное для него отверстие под выступом. Одним концом и серединой он припаян к медному покрытию платы 9, а вторым концом свободно вставлен в отверстие печатной платы 10. Края печатной платы 9 и кронштейн 8 образуют крестовину, воспринимающую нагрузку от пружинного держателя лампы и предотвращающую его перекос.

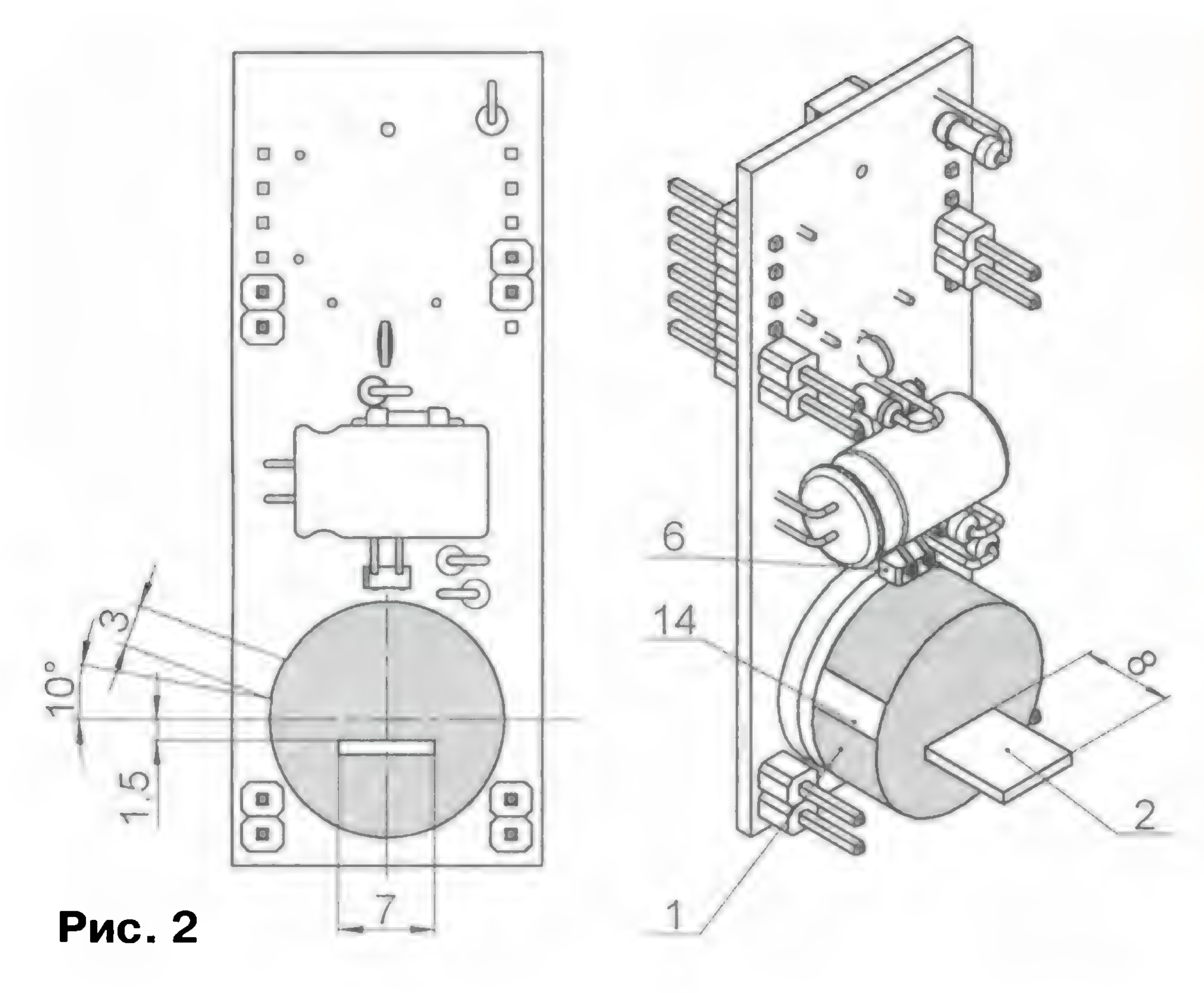


Рис. 2

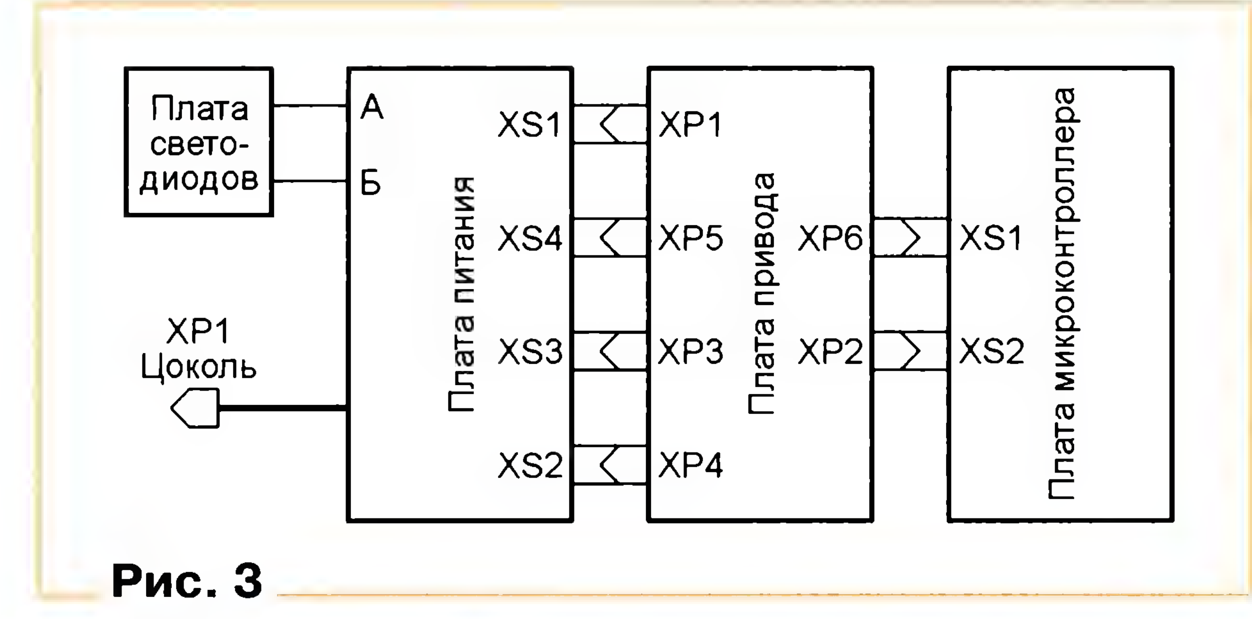


Рис. 3

В качестве экрана 7 применён кратер от неисправного индикатора 6Е1П. Внутренняя поверхность кратера окрашена в белый цвет. Источниками света служат два свето-

На **рис. 4** изображена принципиальная схема платы, на которой установлен микроконтроллер DD1 — PIC16F73-I/SO [4]. Через разъём XS1 на плату поступает напряжение питания +5 В. Когда плата ещё не установлена в устройство, к этому разъёму подключают программатор, чтобы загрузить в микроконтроллер DD1 программу: коды из файла

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 4

EM80_5.HEX (для имитации индикатора 6Е1П или EM80) либо из файла EM81.HEX (для имитации индикаторов EM81 или EM85). Чертёж платы показан на **рис. 5**, а схема расположения элементов на ней (в масштабе 2:1) — на **рис. 6**.

Схема платы привода вращающегося зеркала изображена на **рис. 7**. Штрихпунктирной линией на ней обведены детали, входящие в состав двигателя. Электродвигатель приклеен статором к плате, имеющей сквозное отверстие по диаметру подшипникового узла двигателя. Доступ к этому узлу необходим для его периодической смазки. На печатной плате, находящейся внутри двигателя, необходимо выполнить следующие доработки двигателя:

— перерезать печатный проводник, идущий от вывода 1 датчика Холла B1 к точке соединения обмоток, как показано на рис. 7 крестом;

— припаять гибкий изолированный провод к печатному проводнику вблизи вывода 1 датчика Холла B1, это будет вывод "а" двигателя, по которому на микросхему будет поступать непрерывное напряжение питания;

— припаять гибкий изолированный провод к контактной площадке, соединённой с выводом 3 датчика Холла B1 и одной из обмоток. Это будет вывод "в" двигателя.

Провод красного цвета, выходящий из двигателя, станет выводом "б", а провод чёрного цвета — выводом "г".

На плате привода расположены также твердотельное реле U1 — коммутатор тока через освещающие кратер светодиоды, отражательный оптрон U2 (датчик нанесённой на ротор двигателя метки) и твердотельное реле U3, предназначенное для импульсного регулирования тока через обмотки двигателя.

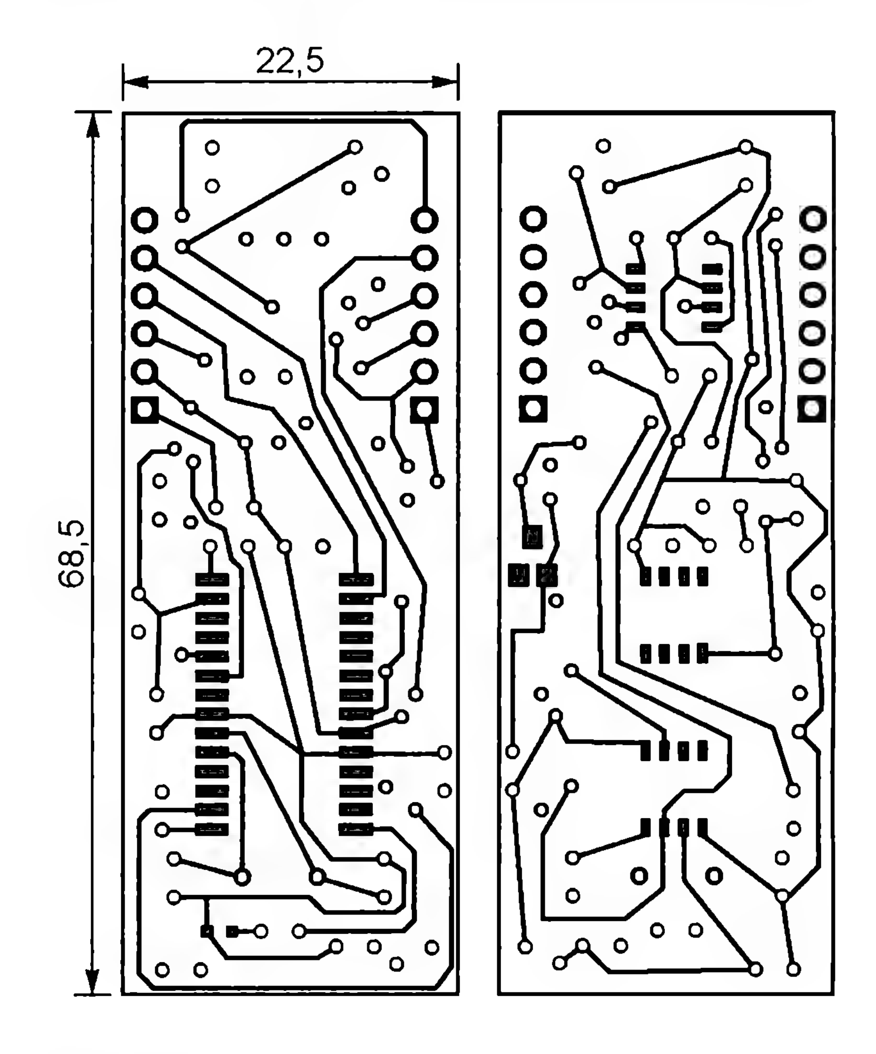
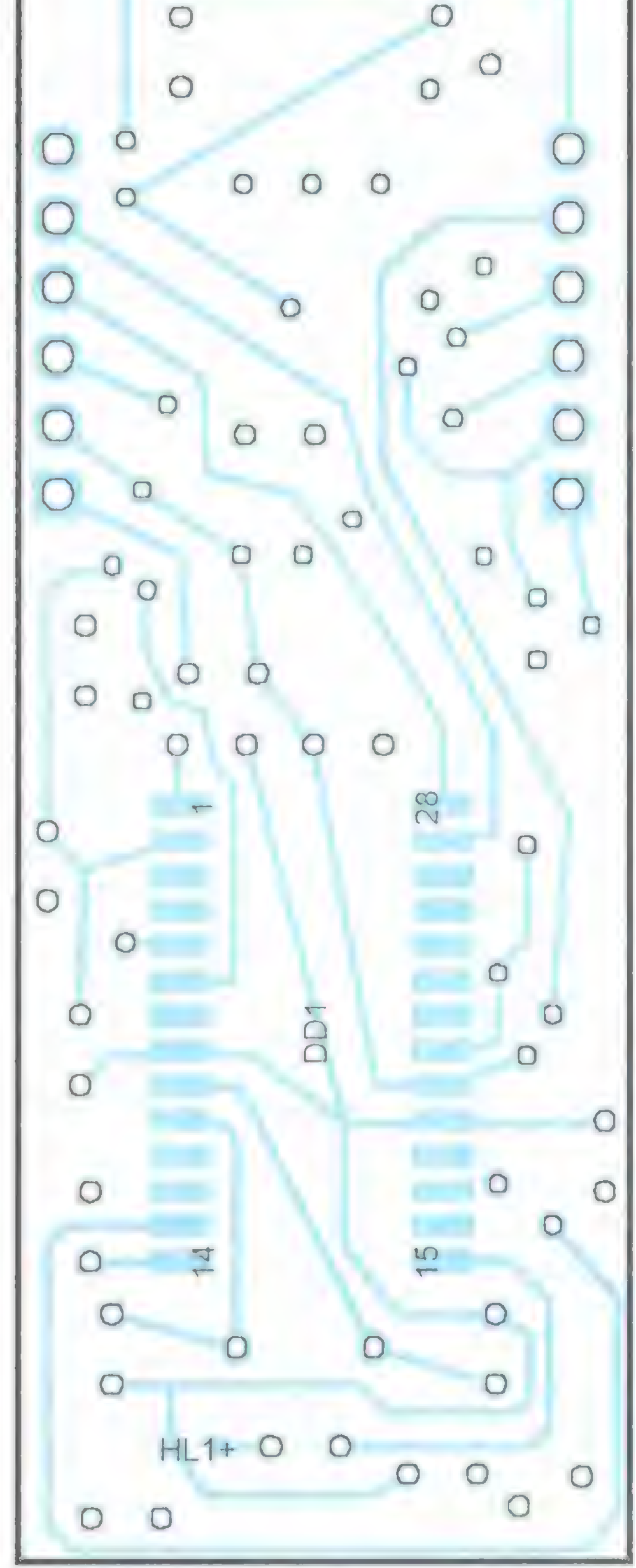


Рис. 5

Узел на транзисторе VT1 и оптроне U4 формирует из напряжения, снимаемого с вывода 3 датчика Холла DA1, импульсы, следующие с частотой, пропорцио-





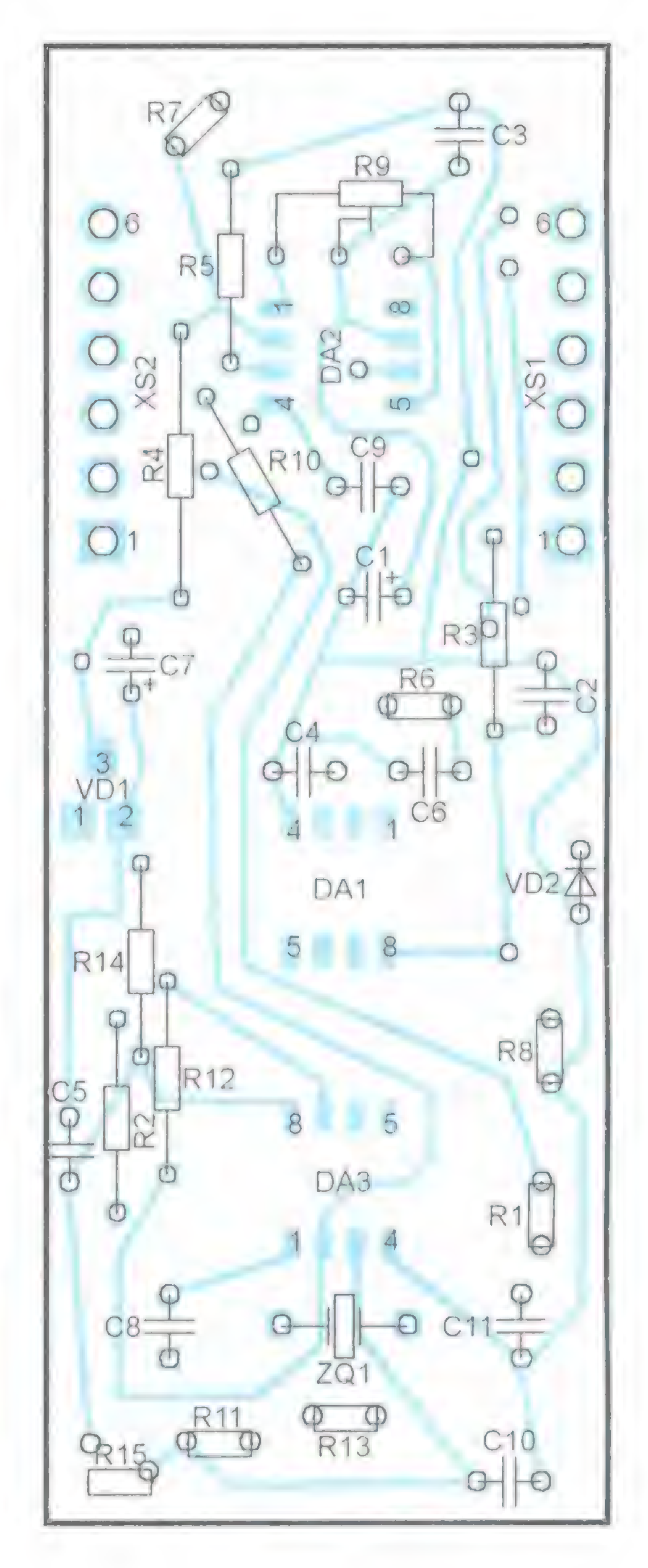


Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2017

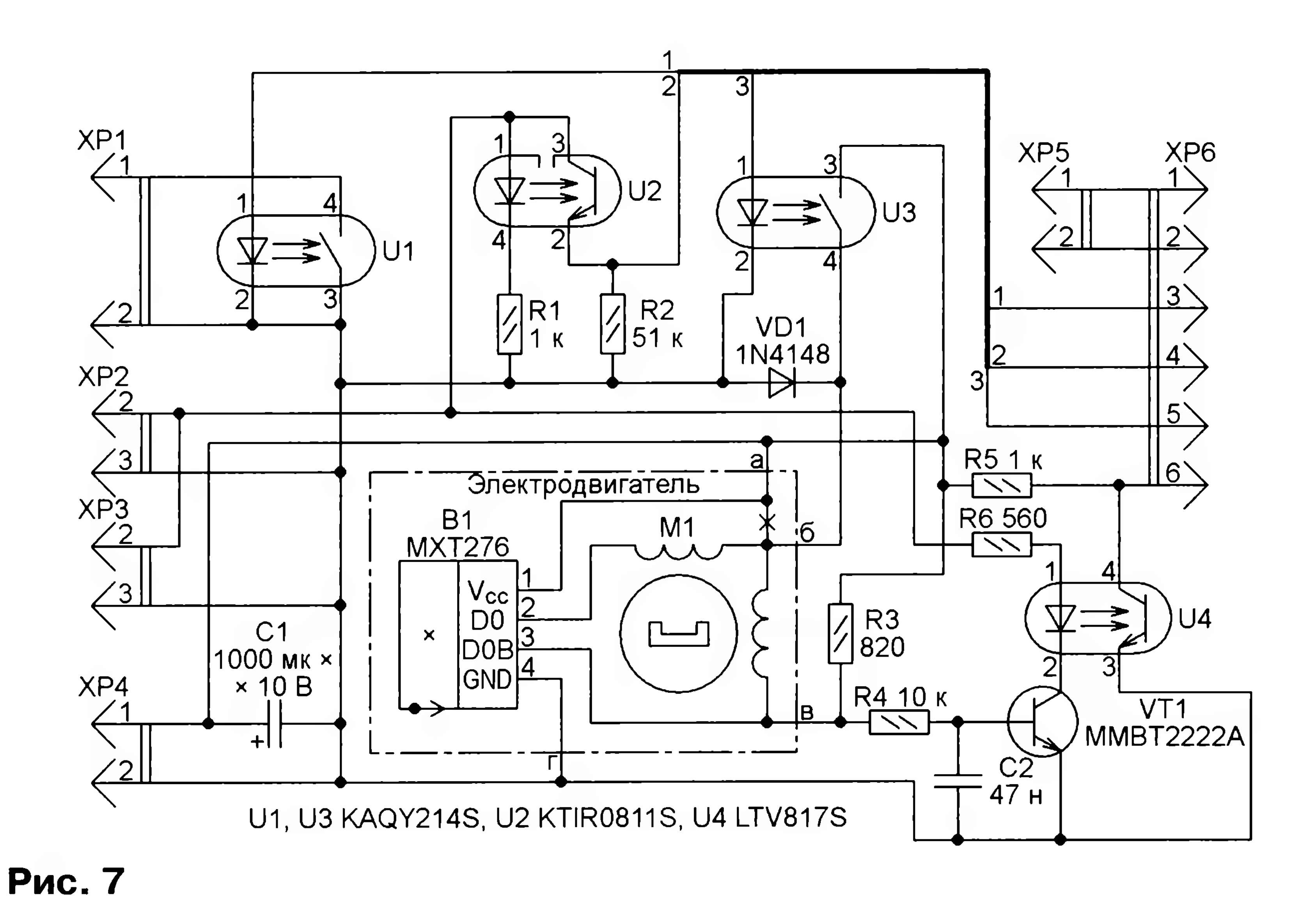


Рис. 7

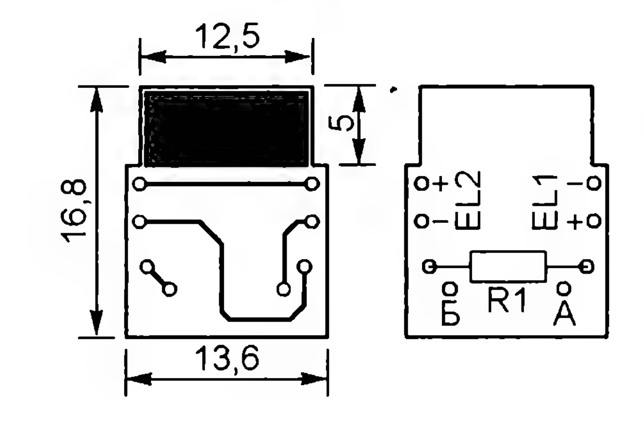


Рис. 10

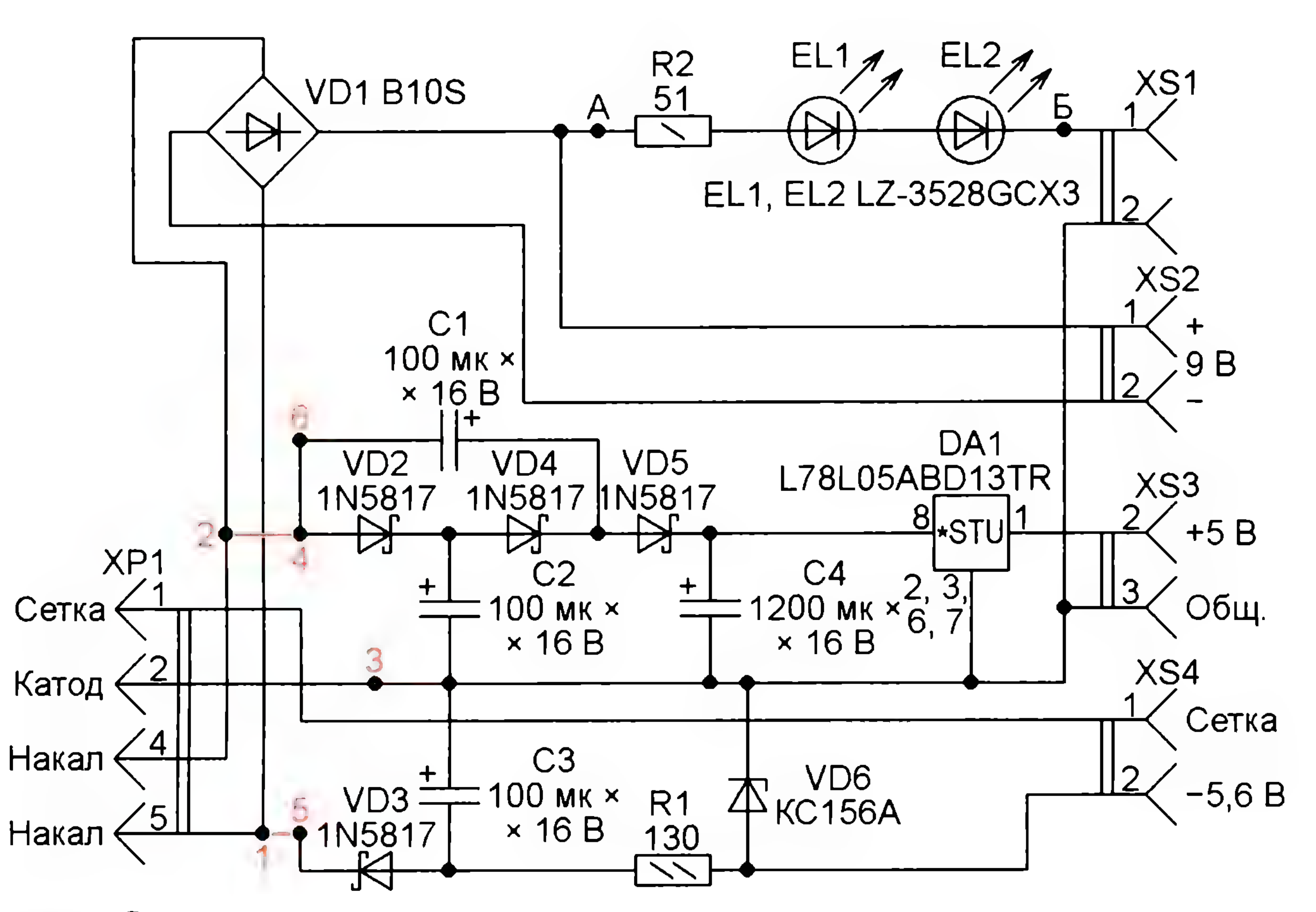


Рис. 8

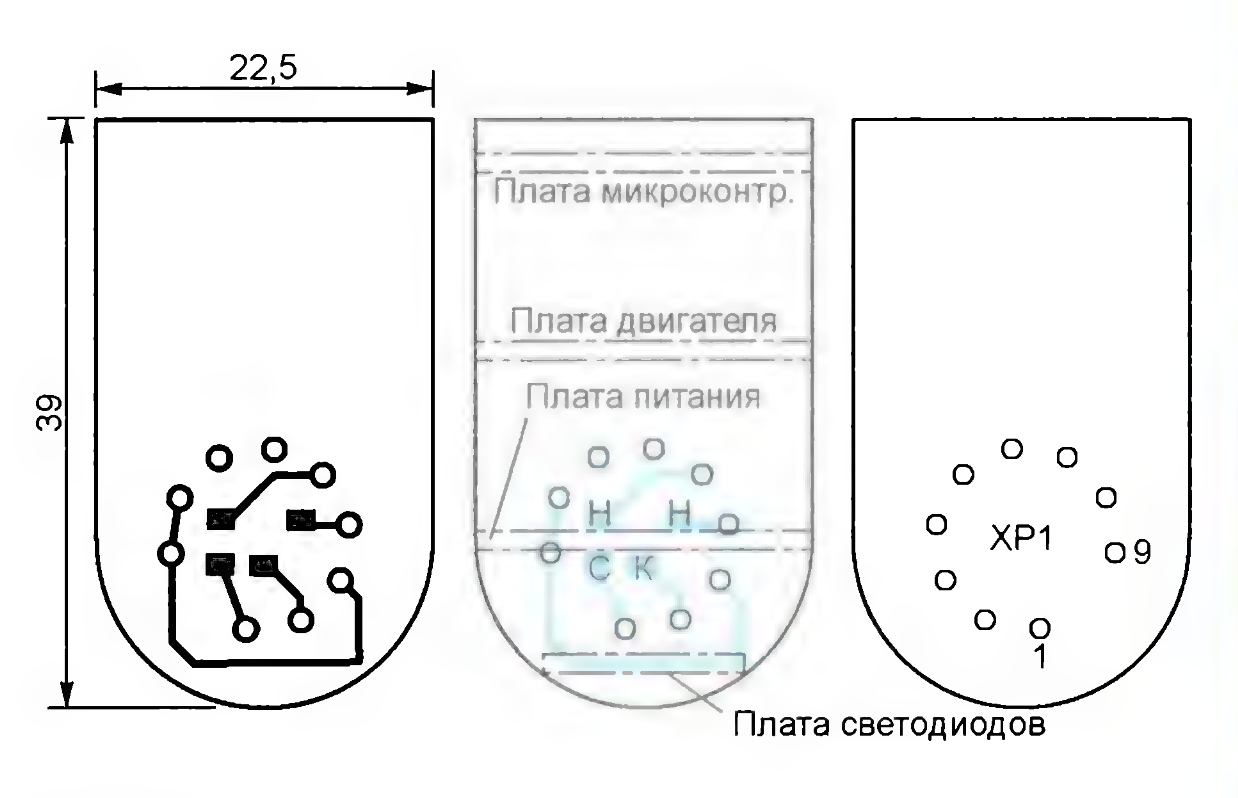


Рис. 11

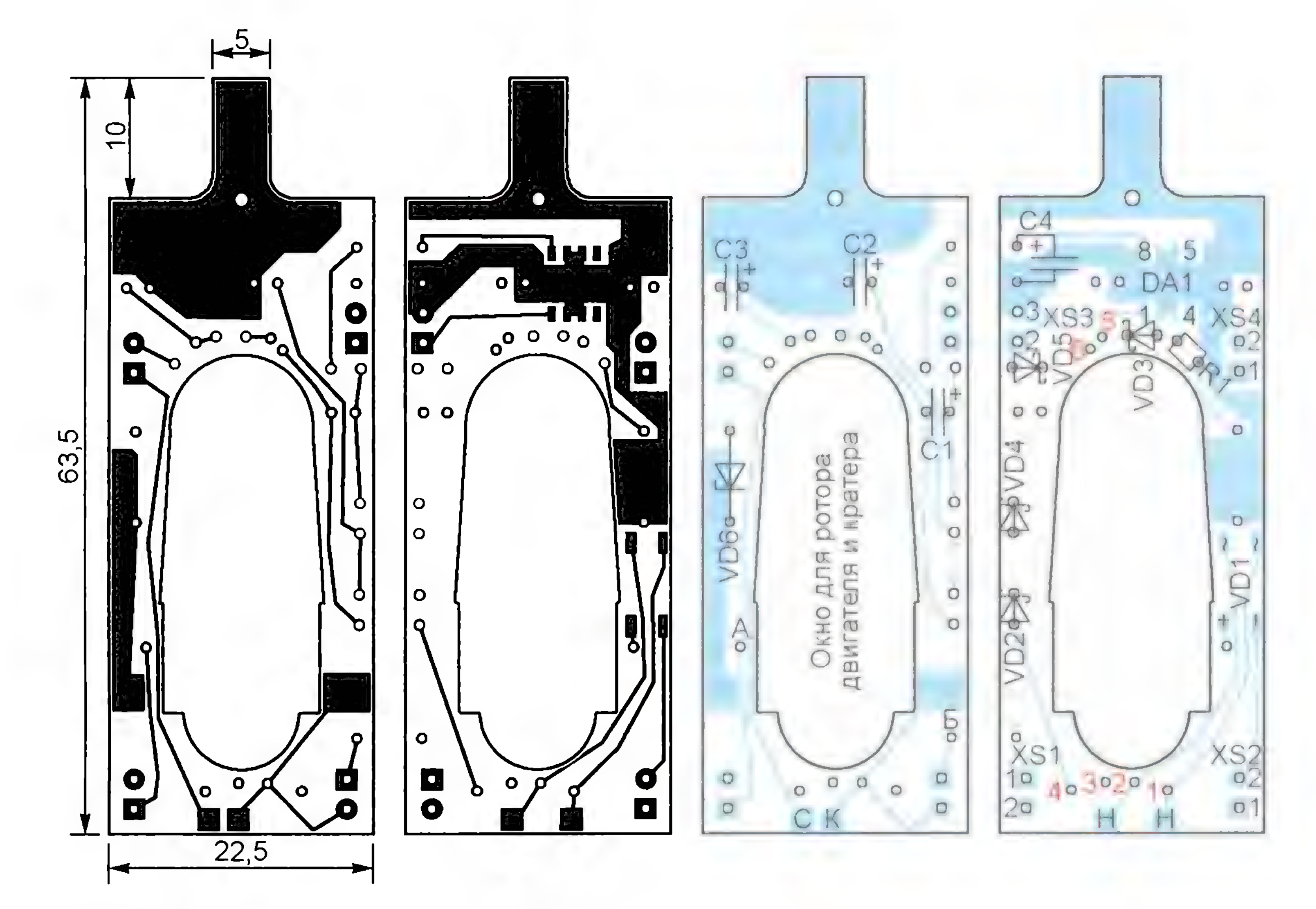


Рис. 9

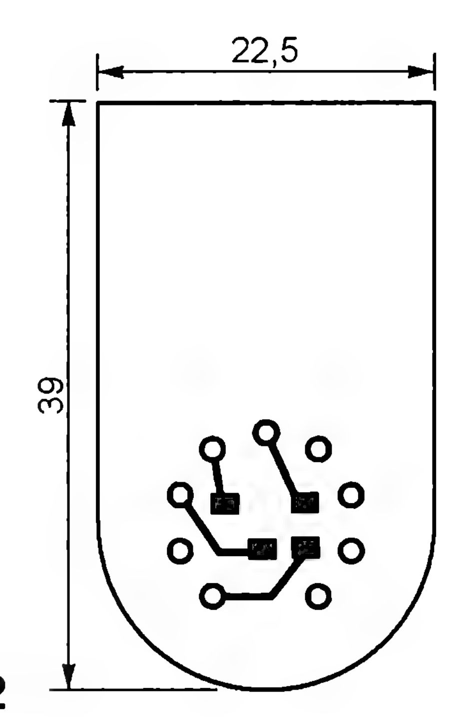


Рис. 12

нальной частоте вращения ротора двигателя.

Схема платы питания показана на **рис. 8**. Большинство изображённых на ней деталей находятся на печатной плате, чертёж которой приведён на **рис. 9**. Обратите внимание, что широкие печатные проводники общего провода слева и справа от окна для кратера должны быть соединены между собой через последний. Поэтому его необходимо припаять к этим проводникам с двух сторон. Высота выступа в верхней части платы соответствует лампе 6Е1П. Если имитатор предназначен для замены лампы ЕМ80, общую высоту платы следует уменьшить до 59 мм, укоротив выступ.

На этой плате собраны три выпрямителя переменного напряжения, поступающего по цепи накала заменяемой лампы. Первый (на диодном мосте VD1) питает электродвигатель и светодиоды. Второй (с умножителем напряжения на диодах VD2, VD4, VD5) через интегральный стабилизатор напряжения DA1 питает узлы имитатора напряжением +5 В. Третий (на диоде VD3 со стабилитроном VD6) даёт напряжение −5,6 В для питания ОУ DA2 на плате микроконтроллера.

На схеме рис. 8 показаны и элементы, находящиеся на других платах.

Резистор R2 и светодиоды EL1 и EL2 смонтированы на плате, чертёж которой изображён на **рис. 10**. Штыри разъёма XP1, имитирующего цоколь лампы,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

впаяны в отверстия печатной платы, показанной на **рис. 11**. Если имитатор предназначен для замены лампы EM85, то печатные проводники и отверстия на этой плате должны быть расположены, как показано на **рис. 12**.

Высота выступающей части штырей — 7 мм. Их можно изготовить из стальной или жёсткой медной проволоки диаметром 1 мм. Вставляемые в ламповую панель концы штырей необходимо заострить. Допустимо использовать коваровые штыри от любой девятиштырьковой "пальчиковой" радиолампы.

Плата цоколя служит основой всей конструкции. Места установки на ней других плат показаны на рис. 11 штрихпунктирными линиями. Особое внимание нужно уделить прочности крепления плат питания и светодиодов. Для надёжности их нижние кромки можно приклеить к плате цоколя каплями эпоксидной смолы. Платы привода и микроконтроллера достаточно хорошо удерживаются соединяющими их разъёмами. Дополнительное крепление для них можно не предусматривать.

Схема на рис. 8 соответствует использованию имитатора в аппаратах, где ни одно из гнёзд 4 и 5 ламповой панели для индикатора не соединено с общим проводом, но с ним соединена средняя точка накальной обмотки трансформатора питания. Если это не так, цепи питания имитатора придётся переделать. Для этого на плате питания предусмотрены перемычки, выделенные на её схеме красным цветом. Контактные площадки для них на схеме и на чертеже платы имеют номера 1—6 тоже красного цвета.

Если общий провод аппарата соединён со средним выводом накальной обмотки трансформатора, следует установить перемычки 1-5 и 2-4, а отверстия контактных площадок 3 и 6 оставить свободными. При соединённом с общим проводом аппарата гнезде 4 ламповой панели устанавливают перемычки 2-3, 1-4 и 5-6. Если с общим проводом соединено гнездо 5, то устанавливают перемычки 1-3, 2-4 и 5-6. В последних двух случаях диоды VD4 и VD5 на плате питания следует заменить проволочными перемычками, а конденсаторы C1 и C2 на ней не устанавливать.

В аппарате с бестрансформаторным питанием, где нити накала всех ламп соединены последовательно, вместо нити накала заменяемого индикатора включите в эту цепь резистор эквивалентного сопротивления и мощности. Поскольку в холодном состоянии сопротивление нити накала гораздо меньше, чем в разогретом, не измеряйте его, а вычислите сопротивление и мощность по паспортным значениям напряжения и тока накала индикатора. Имитатор в этом случае питайте от отдельного понижающего трансформатора, не забыв соединить один из выводов его вторичной обмотки напряжением 6,3 В с общим проводом имитатора, установить на его плате нужные перемычки и удалить перечисленные выше детали.

В устройстве применены резисторы МЛТ-0,125 или импортные MFR3, за исключением резистора R2 на плате светодиодов — МЛТ-0,25 и резисторов R4, R12 в блоке микроконтроллера — КИМ-0,125. Все оксидные конденсаторы импортные: C1 в блоке электродвигателя и C4 в блоке питания — в корпусе диаметром 10 мм, остальные — в корпусе высотой 6...8 мм и диаметром 6 мм. Прочие конденсаторы — керамические КМ-6.

Для управления работой имитатора задействованы следующие ресурсы микроконтроллера:

— модуль АЦП [5];

— модуль сравнения, захвата и ШИ-модулятора CCP1;

— таймер-счётчик TC0, сконфигурированный как счётчик импульсов, следующих с частотой, пропорциональной частоте вращения ротора двигателя;

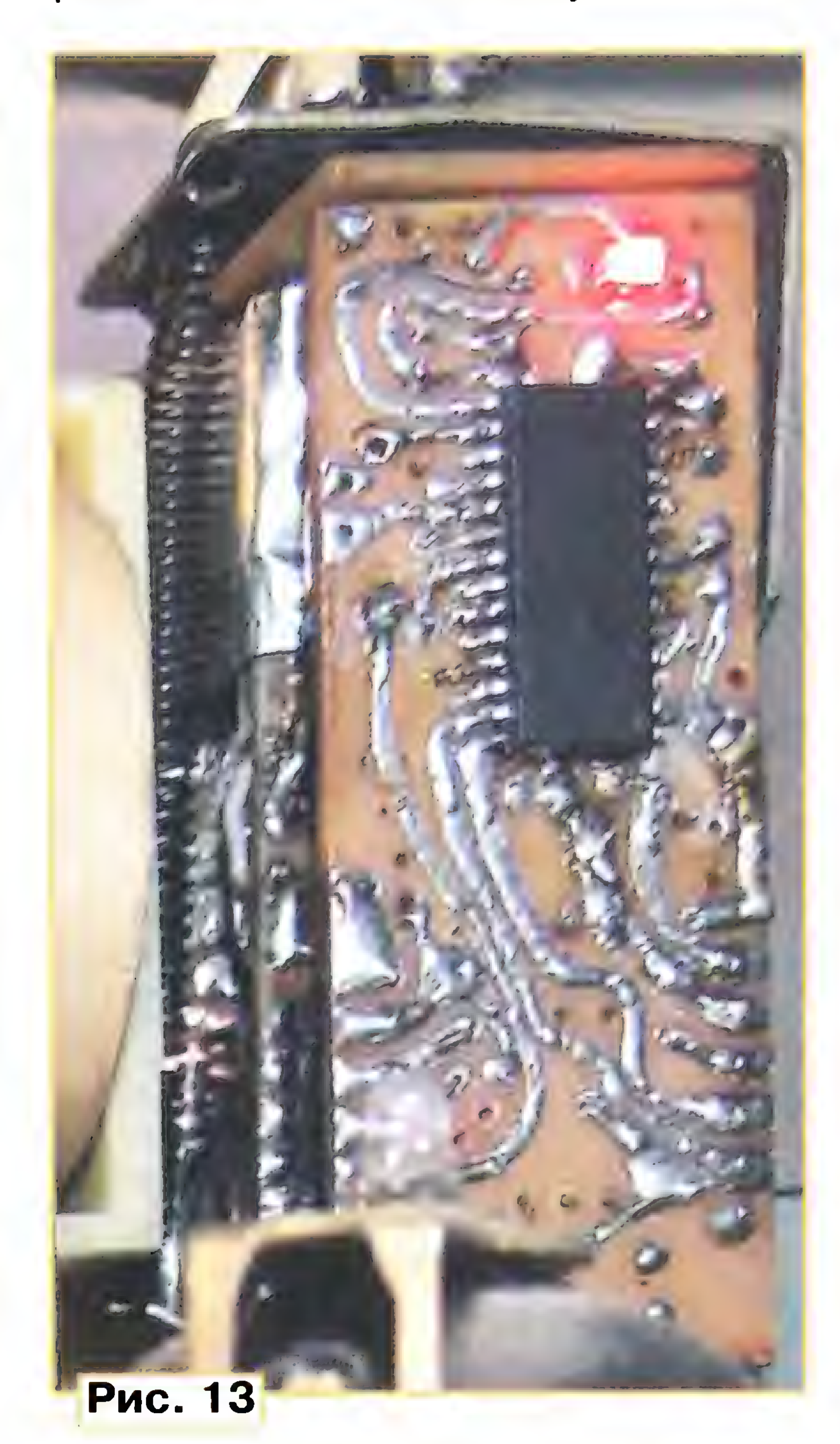


Рис. 13

— таймер-счётчик TC1, формирующий измерительный интервал для определения частоты вращения ротора двигателя и генерирующий запрос прерывания по переполнению;

— вывод RB0, сконфигурированный как вход внешних запросов прерывания;

— сторожевой таймер.

АЦП микроконтроллера преобразует в двоичный код напряжение, поступающее на его вход с "сетки" имитатора через инвертирующий масштабирующий усилитель на ОУ DA2. Входное сопротивление усилителя 10 МОм, выходное — 10 кОм. Входной интервал напряжения — от −1 В до −15 В, он преобразует в выходной 0...+2,5 В. Стабилизатором образцового напряжения +2,5 В служит микросхема DA1 платы микроконтроллера.

Источником тактовых импульсов для АЦП выбран его встроенный RC-генератор. Программа запускает АЦП, устанавливая разряд GO/$\overline{\text{DONE}}$ регистра ADCON0 в состояние лог. 1. По завершении очередного цикла преобразования АЦП обнуляет этот разряд. Это происходит в основном цикле программы и повторяется до выключения питания. Выходной код АЦП обновляется не менее одного раза за каждый оборот ротора двигателя.

Модуль CCP1, сконфигурированный как ШИ-модулятор, использует при своей работе таймер-счётчик TC2 с собственным предварительным делителем тактовой частоты. Содержимое счётного регистра этого таймера модуль непрерывно сравнивает с содержимым регистра PR2, образуя делитель частоты тактового генератора с коэффициентом деления 100/4096, что при тактовой частоте микроконтроллера 20 МГц обеспечивает повторение импульсов на выходе модуля CCP1 (RC2) каждые 2,048 мкс. Содержимое регистра CCPR1L и разрядов 4 и 5 регистра CCP1CON, периодически обновляющееся по результатам измерения частоты вращения, задаёт длительность импульса на этом выходе. ШИ-модулятор работает непрерывно и независимо от состояния основной программы и поступающих запросов прерывания.

Таймер-счётчик TC1 с включённым предварительным делителем тактовой частоты формирует измерительный интервал для измерения частоты вращения. Он генерирует запросы прерывания по переполнению в моменты перехода содержимого счётного регистра от 65535 к нулю. Обработка этих запросов сводится к сравнению содержимого счётного регистра таймера-счётчика TC0 с заданным значением. По результатам сравнения обновляется содержимое регистра CCPR1L и двух разрядов 4 и 5 регистра CCP1CON.

После включения питания имитатора и завершения разгона двигателя программа устанавливает флаг разрешения индикации. Длительность разгона сопоставима с длительностью разогрева катода электронной лампы.

В конце процедуры обработки прерывания происходит обнуление таймера-счётчика TC0, который сконфигурирован как счётчик импульсов, поступающих с двигателя на вход TOCK1 (RA4) микроконтроллера. Счётчик работает непрерывно и независимо от состояния основной программы и поступающих запросов прерывания.

На вход RB0 через компаратор DA3 поступают сигналы от датчика метки — отражательного оптрона U2 платы привода. На каждом обороте ротора по нарастающему перепаду логического уровня формируется запрос прерывания и в регистре INTCON устанавливается флаг INTF.

Содержимое регистра результата АЦП не подвергается операциям двоичной арифметики, поскольку при постоянной частоте вращения ротора постоянно и отношение угла раскрытия теневого сектора на экране к разности образцового напряжения и напряжения на входе АЦП. Теневой сектор — своеобразный вольтметр, показывающий эту разность, лежащую в интервале 0...2,5 В.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

При двух симметрично расположенных теневых секторах можно рассматривать центральный светящийся сектор как вольтметр, показывающий напряжение 0...2,5 В на входе АЦП. Отношение угла раскрытия светящегося сектора к этому напряжению также постоянно.

Сторожевой таймер с включённым счётчиком срабатываний обеспечивает непрерывный контроль исправности двигателя. При обработке каждого запроса прерывания от датчика метки первой выполняется установка сторожевого таймера в исходное состояние. Если ротор двигателя по какой-либо причине не вращается, то в отсутствие прерывания от датчика в течение 4 с после подачи питания или установки в исходное состояние сторожевой таймер перезапустит микроконтроллер. При этом будет записан лог. 0 в разряд TO регистра STATUS. По этому признаку программа перейдёт к выполнению аварийного цикла, в котором светодиод HL1 на плате микроконтроллера мигает с частотой 1 Гц, а осветительные светодиоды и питание электродвигателя выключены. Попыток перезапустить двигатель не производится. Для выхода из аварийного цикла необходимо выключить и после устранения причины остановки двигателя вновь включить имитатор.

Налаживание имитатора сводится к подборке сопротивления резистора R7 таким, чтобы при подаче на контакт 1 цоколя имитатора постоянного напряжения минус 14 В относительно контакта 2 (3 в имитаторе EM85) края теневого сектора (секторов) полностью смыкались. Режим "перехлёста" ни в одной из упомянутых в статье ламп не предусмотрен. При соединённых контактах 1 и 2 (3) производится коррекция нуля ОУ DA2 на плате микроконтроллера находящимся там же подстроечным резистором R9. На **рис. 13** показан имитатор, установленный в радиоприёмник "Казахстан" вместо электронно-светового индикатора 6Е1П.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Молоков Д.** Микроконтроллерный имитатор электронно-световых индикаторов 6Е5С и ЕМ4. — Радио, 2017, № 6, с. 28—31.

2. Electronic Tube Handbook. — PHILIPS, 1953.

3. **Голубев Ю. Л., Жукова Т.** В. Электровакуумные приборы. Справочник. — М.: Энергия, 1960.

4. PIC16F7X 28/40-pin, 8-bit CMOS FLASH Microcontrollers. — URL: **https://lib.chipdip.ru/204/DOC000204367.pdf** (31.08.17).

5. AN546. Using the Analog-to-Digital (A/D) Converter. — URL: **http://datasheet-pdf.com/PDF/AN546-Datasheet-Microchip-Technology-617085** (31.08.17).

***От редакции**. Файлы печатных плат в формате Sprint Layout 6.0 и программы микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/6E1P.zip** на нашем FTP-сервере.*

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

SDR-приёмники от 920 рублей.
www.radiospy.ru

* * *

ICdarom.ru — радиолюбителям и разработчикам!

Программаторы: "ORANGE-5", "ORANGE-4", "Omega".
USB-осциллографы: "PV6501A", "PV6502A", "PV6503A", "PV6521" и их модификации.
Адаптеры и программные модули,
а также десятки тысяч радиодеталей со склада.

Всегда в наличии по привлекательным ценам.
Доставка по России.
www.ICdarom.ru
8(985) 924-34-35
8(495) 781-59-24
info@icdarom.ru

* * *

ЧИП-НН — радиодетали почтой.
Модули, датчики, наборы резисторов и конденсаторов, макетные платы, микроконтроллеры, индикаторы, текстолит FR4, расходные материалы.
chip-nn.ru

Контроллер доступа Mellon-1

В. ЛАЗАРЕВ, г. Вязьма Смоленской обл.

Электронные системы доступа или СКУД (система контроля и управления доступом) относительно недавно вошли в нашу повседневную жизнь, но уже стали неотъемлемой и привычной её частью. Многим из нас они встречаются по несколько раз в день: когда открываем дверь в подъезде своего дома, прикладывая ключ-таблетку или набирая код на домофоне; когда приходим на работу, прикладывая электронный пропуск к считывателю турникета на проходной; когда оплачиваем проезд в общественном транспорте картой-проездным и пр. Автор предлагает вариант контроллера для подобной системы доступа, названный им Mellon-1.

Принцип действия различных СКУД одинаков и независимо от реализации и исполнения системы сводится к следующему. Считыватель, например, встроенный в турникет в холле офисного здания, считывает код предъявляемого пользователем идентификатора и передаёт его по специализированному интерфейсу в контроллер доступа. Контроллер доступа может выполнять множество различных функций в зависимости от сложности системы, а в самом простом случае он декодирует полученный код и проверяет его по своей базе данных. В случае успеха, если код совпал, т. е. пользователь с таким идентификатором присутствует в базе, подаётся разрешающий сигнал на исполнительный механизм — турникет открывается.

В качестве идентификаторов СКУД чаще всего используется электронная бесконтактная Proximity-карта либо электронный ключ-таблетка Touch Memory. Существуют две основные разновидности Proximity-карт — Em-Marine и Mifare. Устройство и принцип действия их одинаковы. Если попытаться аккуратно расклеить—разобрать такую карту, то мы увидим спиралевидную печатную антенну, расположенную по всей площади карты, а в центре спирали — микросхему с приёмопередатчиком. Существуют также варианты, когда антенна расположена только по внутреннему периметру карты. Встроенный источник питания всегда отсутствует, а питание микросхемы карты осуществляется от электромагнитного поля считывателя. Когда такую карту подносят к считывателю, в её антенне наводится достаточное количество энергии для активации микросхемы и передачи считывателю кода доступа.

Однако есть ряд существенных технических и функциональных отличий у карт разных стандартов. Вот основные: рабочая частота карт Mifare — 13,56 МГц, Em-Marine — 125 кГц; длина идентификационного кода Mifare — 4—7 байт, Em-Marine — обычно 3 байта; а самое существенное — Mifare поддерживают шифрование и являются перезаписываемыми, в отличие от лишённых какой-либо защиты от копирования и возможности перезаписи Em-Marine. Но несмотря на это, Em-Marine наиболее популярны и распространены на сегодняшний день. Это обусловлено их низкой стоимостью и простотой работы с ними, особенно это касается программной составляющей СКУД (если говорить о разработке считывателей и контроллеров доступа).

Выпускаются карты Em-Marine в виде обычных пластиковых карт белого цвета. Зачастую производитель на них печатает и её код (**рис. 1**). Цифры 181,11541 — это и есть тот самый идентификационный код карты, который она передаёт считывателю. Остановимся на этом примере более подробно. 181 — это первый байт кода карты, называемый facility code или код группы, по сути — серия. А цифры после запятой 11541 — два байта индивидуального номера карты. Серия, имея размер в один байт, может принимать 256 значений, а индивидуальный номер карты размером два байта — 65536 значений.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Каждая серия, естественно, может содержать весь интервал значений номера. На практике часто встречаются карты с одинаковой серией, но разными номерами, например: 181,12287; 181,00256; 181,11111 и пр. Иногда, как в нашем случае, на карте печатают дополнительно серию и номер одним четырёхбайтным значением. Расшифровать его можно, например, так: переводим десятичное значение серии в шестнадцатеричное 181(dec) = B5(hex), то же — для номера 11541(dec) = 2D15(hex). Затем два полученных шестнадцатеричных числа вместе переводим в десятичный формат B52D15(hex) = = 11873557(dec).

Для передачи считанного кода карты между считывателем и контроллером доступа используются специализированные интерфейсы: Wiegand-4, Wiegand-8, Wiegand-26, Wiegand-40, Dallas Touch Memory и др. Самый популярный сегодня — Wiegand-26. Цифра 26 означает, что передаётся 26 битов, 24 бита (3 байта) — данные и 2 бита контроля чётности. Интерфейс — трёхпроводный: D0 — линия передачи нулей, D1 — линия передачи единиц и общий провод. В исходном состоянии, когда нет передачи, на обеих линиях данных D0 и D1 установлен высокий уровень (+5 В относительно общего провода). Для передачи единицы на линии D1 устанавливают низкий уровень, а для передачи нуля соответственно устанавливают низкий уровень на линии D0. По сути, данные по интерфейсу Wiegand передаются "нулями", низкими уровнями. Длительность действия низкого уровня может варьироваться от 20 до 500 мкс, и это зависит в основном от производителя считывателя. Период следования низких уровней обычно не превышает 2...2,5 мс. На осциллограмме на **рис. 2** приведён пример передачи карты с кодом 181,11541. Верхняя осциллограмма (жёлтого цвета) — линия D1, нижняя (синего) — D0. Каждый низкий уровень на линии D0 соответствует "0", а каждый низкий уровень на линии D1 — "1" кода карты в двоичном формате. Запишем последовательно слева направо полученную последовательность из 26 импульсов: 01011010100101101000101011. Откинем крайние левый и правый биты — это биты чётности. Теперь восемь бит слева направо — это первый байт кода карты, а именно её facility code или серия. Переведём из двоичной системы в десятичную и получим 10110101(bin) = = 181(dec). Аналогично для оставшихся 16 бит (это и есть двухбайтный индивидуальный номер карты): 00101101000 10101(bin) = 11541(dec).

Контроллер доступа Mellon-1 рассчитан на работу с любыми считывателями Proximity-карт стандарта Em-Marine и работающими по интерфейсу Wiegand-26. Для перехода на другие интерфейс и стандарт Proximity-карт, например, Wiegand-40 и карты стандарта Mifare, никаких изменений в схеме или печатной плате не требуется. Необходимо лишь переработать прошивку микроконтроллера и подключить соответствующий считыватель. Схема контроллера доступа показана на **рис. 3**. В устройстве применён микроконтроллер PIC18F452-I/PT в корпусе TQFP-44. Собственно считыватель карт подключают к разъёму XT1. Его контакты 3—5 предназначены для управления светодиодами и звуковым излучателем считывателя. Чаще всего эти контакты на считывателе имеют обозначения: 3 — LEDGreen, 4 — LEDRed, 5 — BEEP. У некоторых считывателей светозвуковая сигнализация может отсутствовать, в этом случае эти контакты разъёма остаются незадействованными. К контактам 9 и 10 разъёма XT1 подключены нормально разомкнутые контакты реле, предназначенные для подачи напряжения на электромагнитный замок. На контакте 6 (EXIT) этого разъёма в исходном состоянии присутствует высокий уровень (+5 В), этот контакт предназначен для подключения кнопки на выход. Кнопка может быть любой, например, от дверного звонка. Её подключают между контактами 6 и 7 (общий провод) разъёма XT1. Располагаться она должна, естественно, внутри охраняемого помещения.

Между некоторыми контактами разъёма XT1, к которым подключают считыватель, и выводами микроконтроллера включены защитные цепи: RU6R1VD6R10 — для линии D0 (контакт 1); RU5R2VD5R11 — D1 (контакт 2); RU4R3VD4R12 — для контакта 3, к которому подключают светодиод зелёного свечения считывателя карт; RU3R4VD3R13 — для контакта 4, к которому подключают светодиод красного свечения считывателя карт; RU2R5VD2R14 — для контакта 5, к которому подключают звуковой излучатель считывателя карт; RU1R6VD7VD8R15 — для линии EXIT. На линии D1, D0 и EXIT через резисторы R7—R9 подан высокий уровень (напряжение питания +5 В). Микросхема памяти DS1 (24LC512), подключённая по шине I^{2}C к микроконтроллеру DD1 (выводы 37 и 42), — внешняя EEPROM для хранения большого количества идентификационных кодов карт. В прилагаемой к статье версии программы эта память не задействована, коды карточек хранятся во встроенной EEPROM микроконтроллера. Объём EEPROM микроконтроллера PIC18F452 весьма небольшой — всего 256 байт, но этого хватает для хранения кодов 84 карт. Такого числа для домашнего использования вполне достаточно. Светодиоды HL1—HL3 и звуковой излучатель HA1 — световые и звуковой индикаторы текущего состояния контроллера.

Программа для микроконтроллера (её исходный текст и готовый hex-файл прошивки прилагаются к статье) написана на языке С в среде MpLab X IDE v.3.65, с использованием компилятора XC8 v.1.42. Обработка посылки от считывателя реализована на аппаратных прерываниях INT0 и INT1 порта В (выводы 8, 9) микроконтроллера DD1, что позволяет не отслеживать временные промежутки между импульсами и их длительность.

Контроллер доступа Mellon-1 собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита размерами 60×70 мм. Её чертеж приведён на **рис. 4**. Все элементы установлены на стороне печатных проводников, их расположение показано на **рис. 5**. Применены элементы, кроме разъёмов, реле K1 и звукового излучателя, для поверхностного монтажа. Все неполярные конденсаторы (кроме C8 и C10) типоразмера 0805, C8 и C10 — типоразмера 0603. Диоды и стабилитроны VD2—VD9 — в корпусе miniMELF (SOD-80), диод VD1 — любой выпрямительный в корпусе SMA/DO-214AC. Светодиоды HL1 и HL3 — зелёного свечения для поверхностного монтажа, HL2 — красного свечения также для поверхностного монтажа. В устройстве применено реле TRC-12VDC-SB-AL с нормально разомкнутыми контактами. Дроссель L1 — CM453232-100KL. Разъём для программирования микроконтроллера (XP1) — PLS с шагом контактов 2,54 мм. Съёмная перемычка (S1) — двухконтактный разъём PLS-2. Разъём XT1 (контакты 1—8) набран из четырёх секций KLS2-350-3.50-02P-2S, его контакты 9, 10, а также XT2 — KLS2-305V-5.00-02P-2S. Внешний вид собранного устройства приведён на **рис. 6** и **рис. 7**.

К разъёму XT1 необходимо подключить считыватель карт согласно прилагаемой к нему инструкции. Считыватель

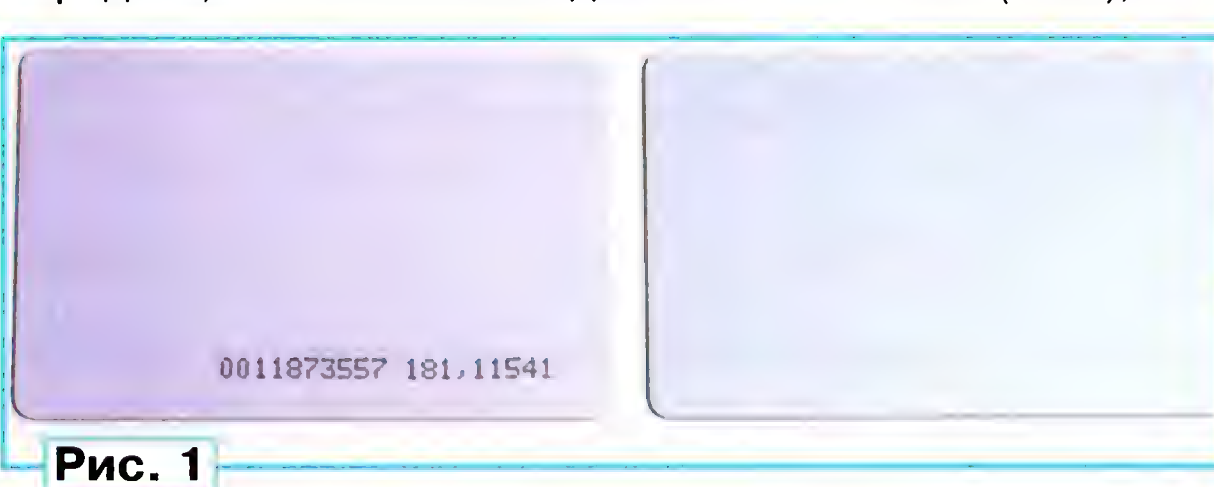


Рис. 1



Рис. 2

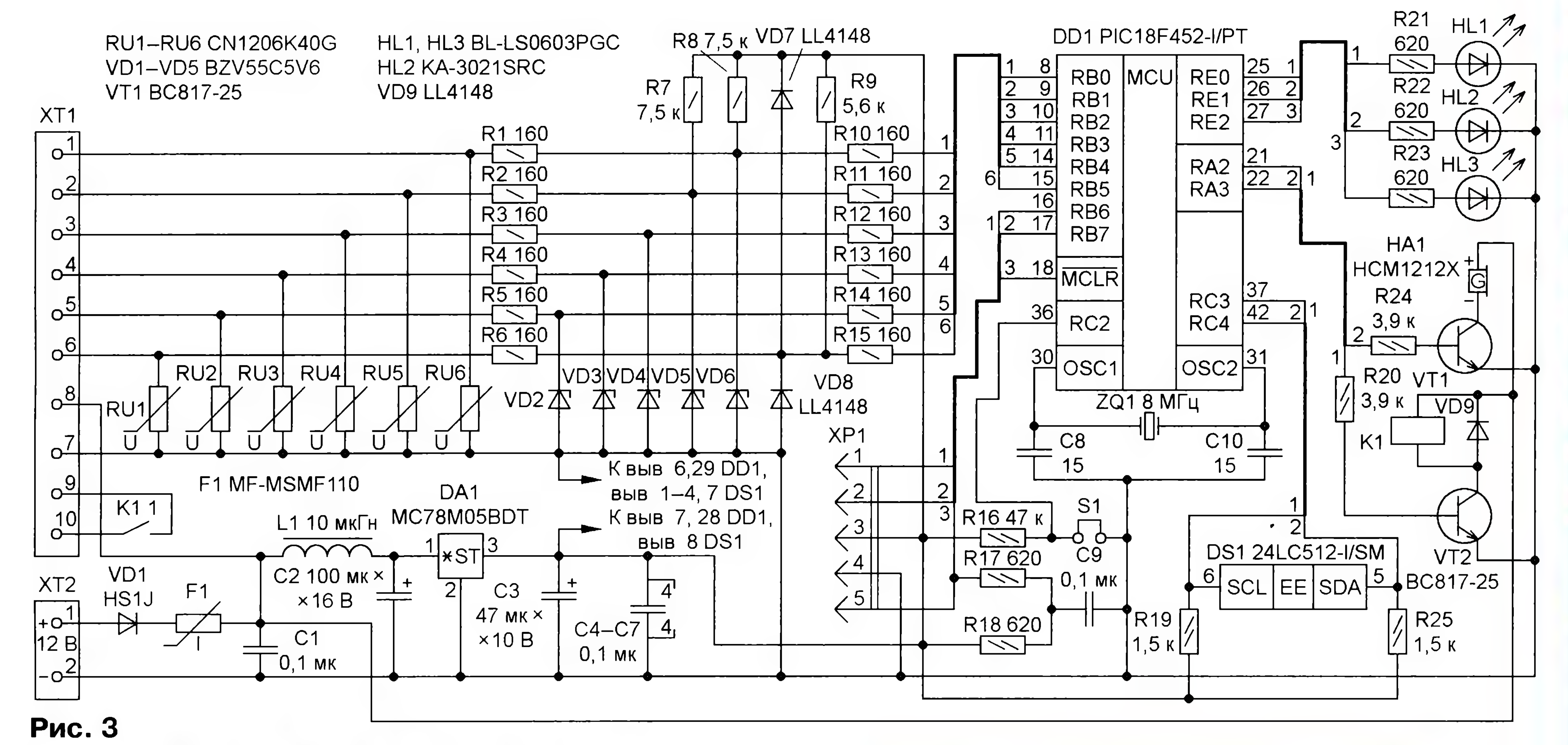
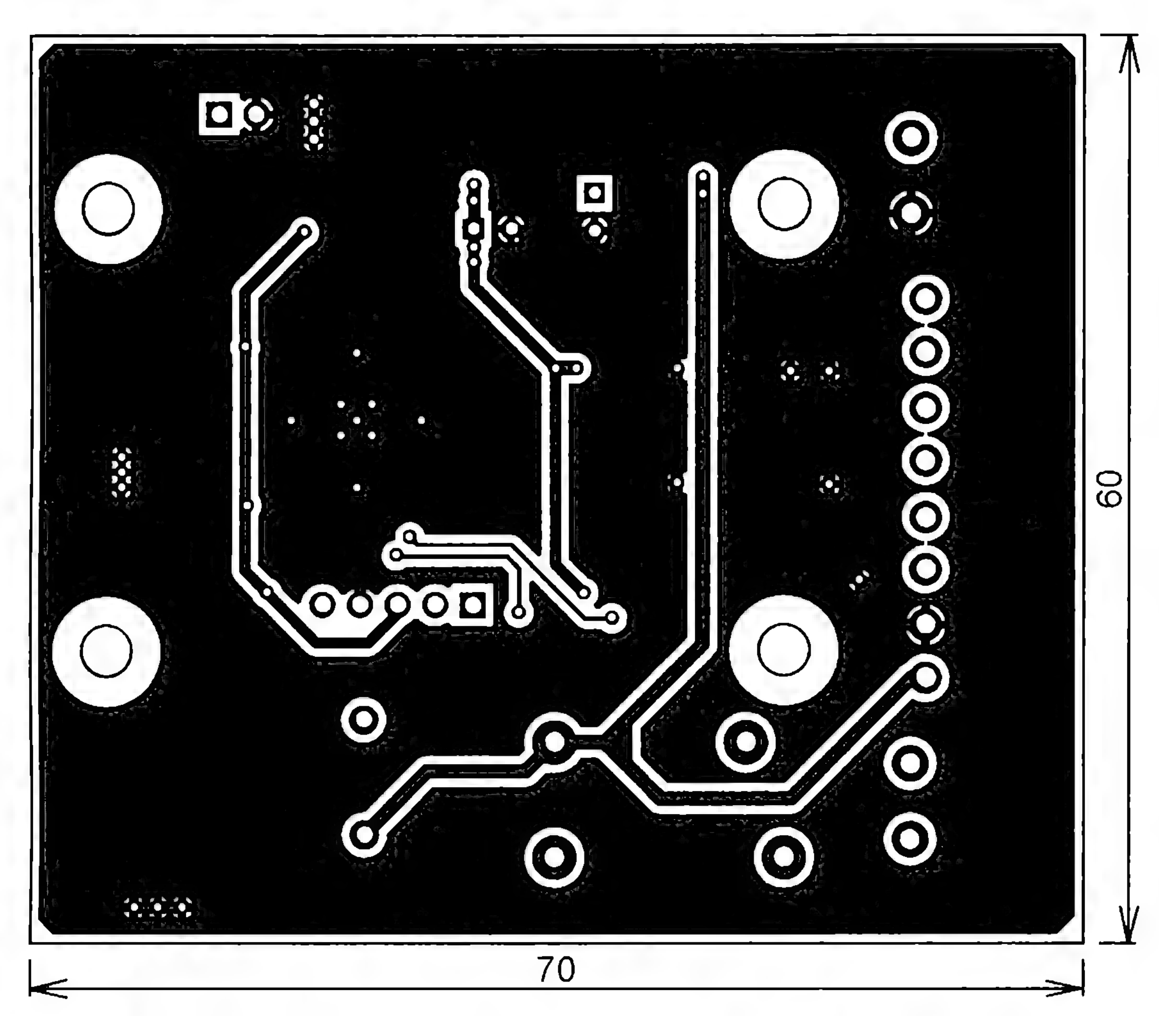


Рис. 3



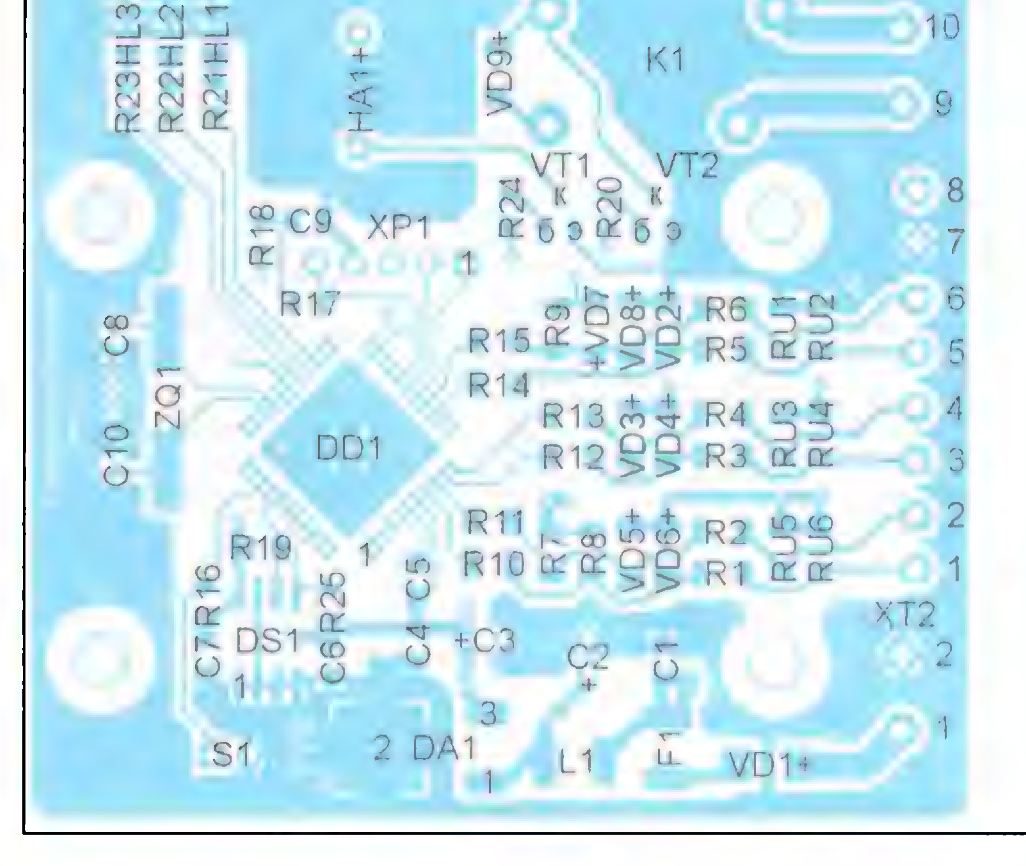


Рис. 5

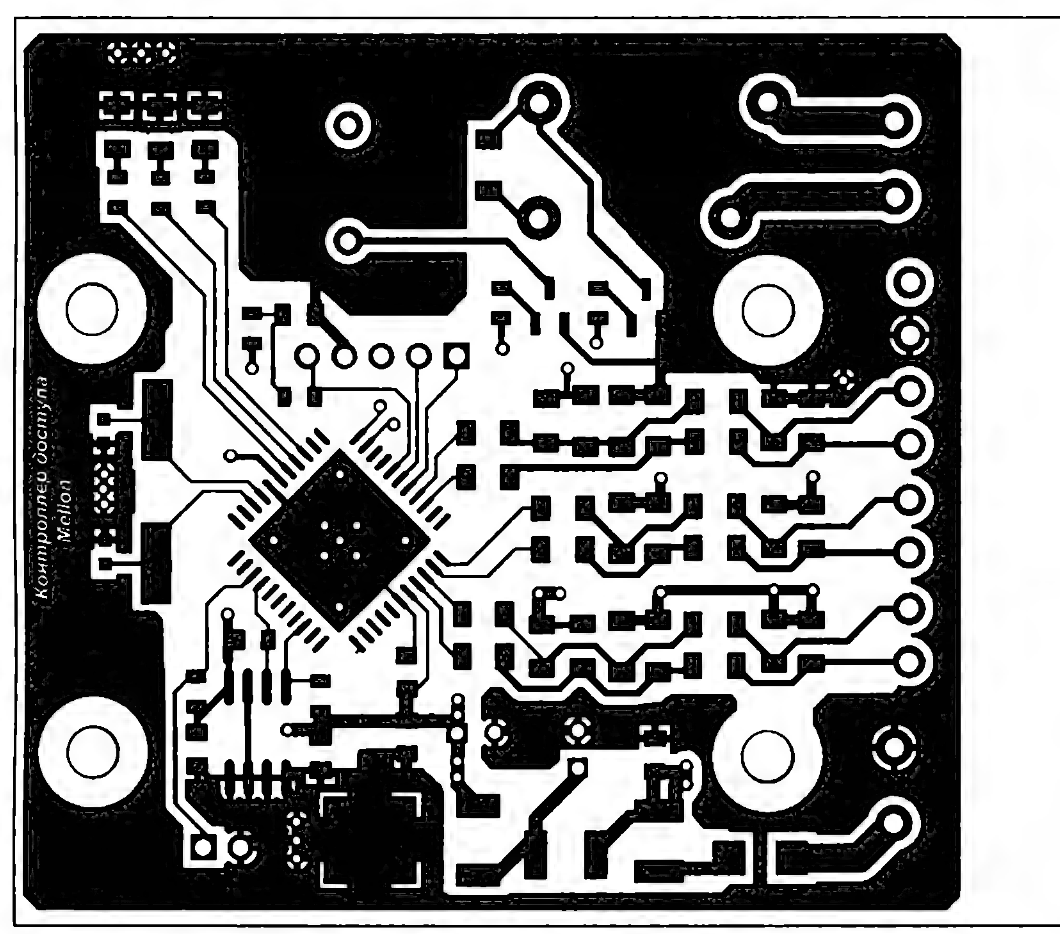


Рис. 4

подойдёт любой, рассчитанный на работу с картами Em-Marine и имеющий интерфейс Wiegand-26. В качестве примера на **рис. 8** показан недорогой считыватель "Smartec ST-PR160EM". На контакты 7 и 8 разъёма XT1 подают напряжение 12 В от внешнего источника питания. К его контактам 9 и 10 подключают электромагнитный замок. После сборки контроллер необходимо запрограммировать, для этого можно использовать методику, приведённую в моей статье "Отладочная плата для микроконтроллеров PIC" ("Радио", 2017, № 10, с. 32—34).

После успешного программирования, а также при каждом включении устройства вначале запускается программа приветствия: троекратное включение светодиодов HL1—HL3 и излучателя HA1 с частотой около 1 Гц. Затем контроллер переходит в рабочий режим ожидания карты — режим "Доступ закрыт": включены светодиоды HL2 ("Доступ закрыт") и HL3 ("Питание"), HL1 ("Доступ разрешён") выключен, контакты реле K1 замкнуты, индикация считывателя красная (см. рис. 8). Далее, перед началом использования, во внутреннюю EEPROM микроконтроллера нужно добавить ("прописать") карты. Для этого временно устанавливают перемычку S1 либо замыкают её контакты, например, отвёрткой, и подносят новую карту к считывателю на 0,5...1 с. Считыватель издаст короткий звуковой сигнал, свидетельствующий о прочтении карты, а индикация на плате останется прежней — включены светодиоды HL2, HL3. После этого перемычку удаляют. Теперь проверяют, записалась ли карта в EEPROM. Для этого снова необходимо поднести эту же карту к считывателю. Считыватель издаст короткий звуковой сигнал, микроконтроллер DD1 обработает и сверит полученный код с ранее записанными в EEPROM. В случае успеха — карта с таким кодом есть в памяти — контроллер перейдёт в режим "Доступ открыт": светодиод HL2 выключен, светодиоды HL1, HL3 и звуковой излучатель HA1 включены, контакты реле K1 разомкнуты (электромагнитный

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2017

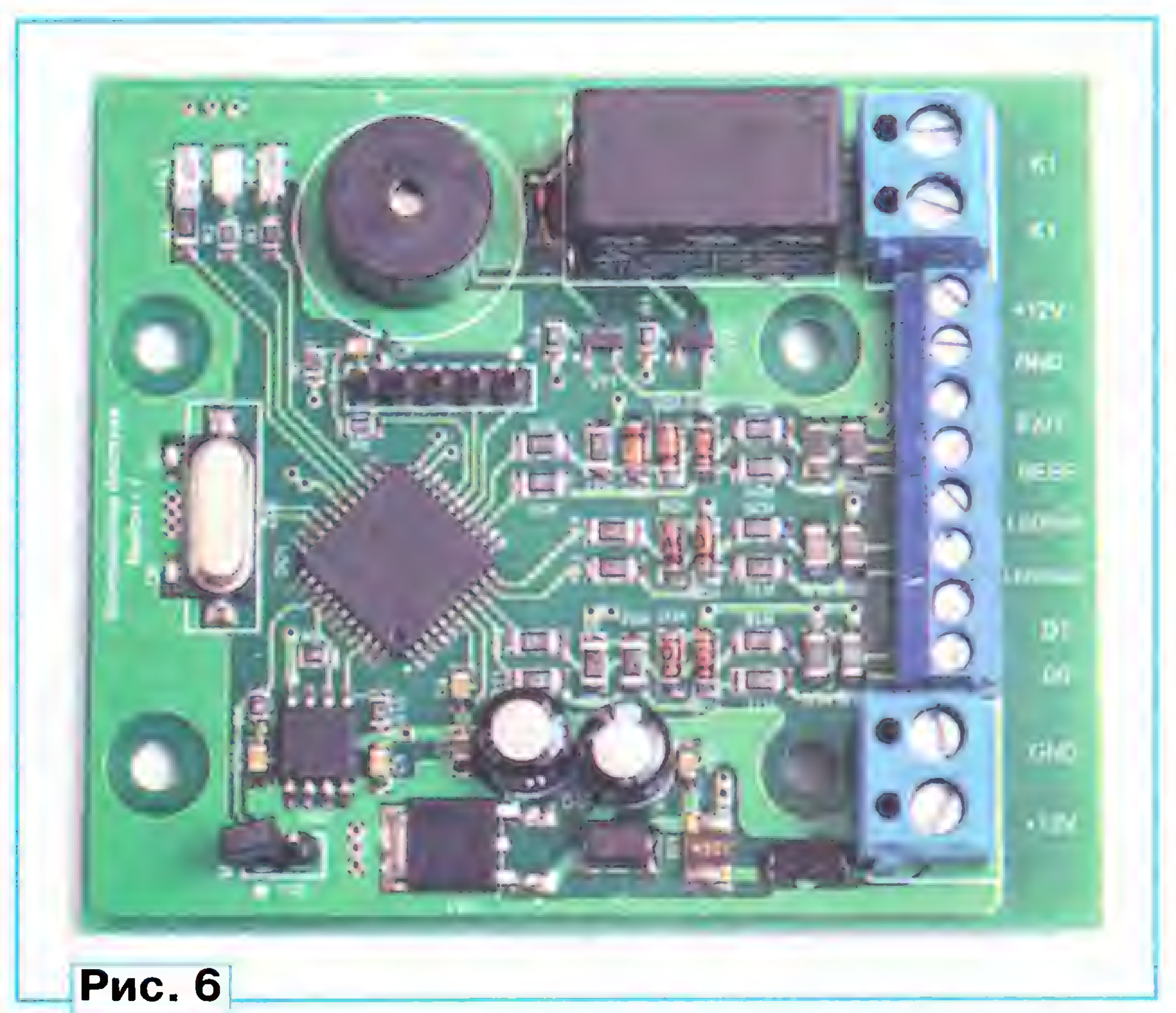


Рис. 6

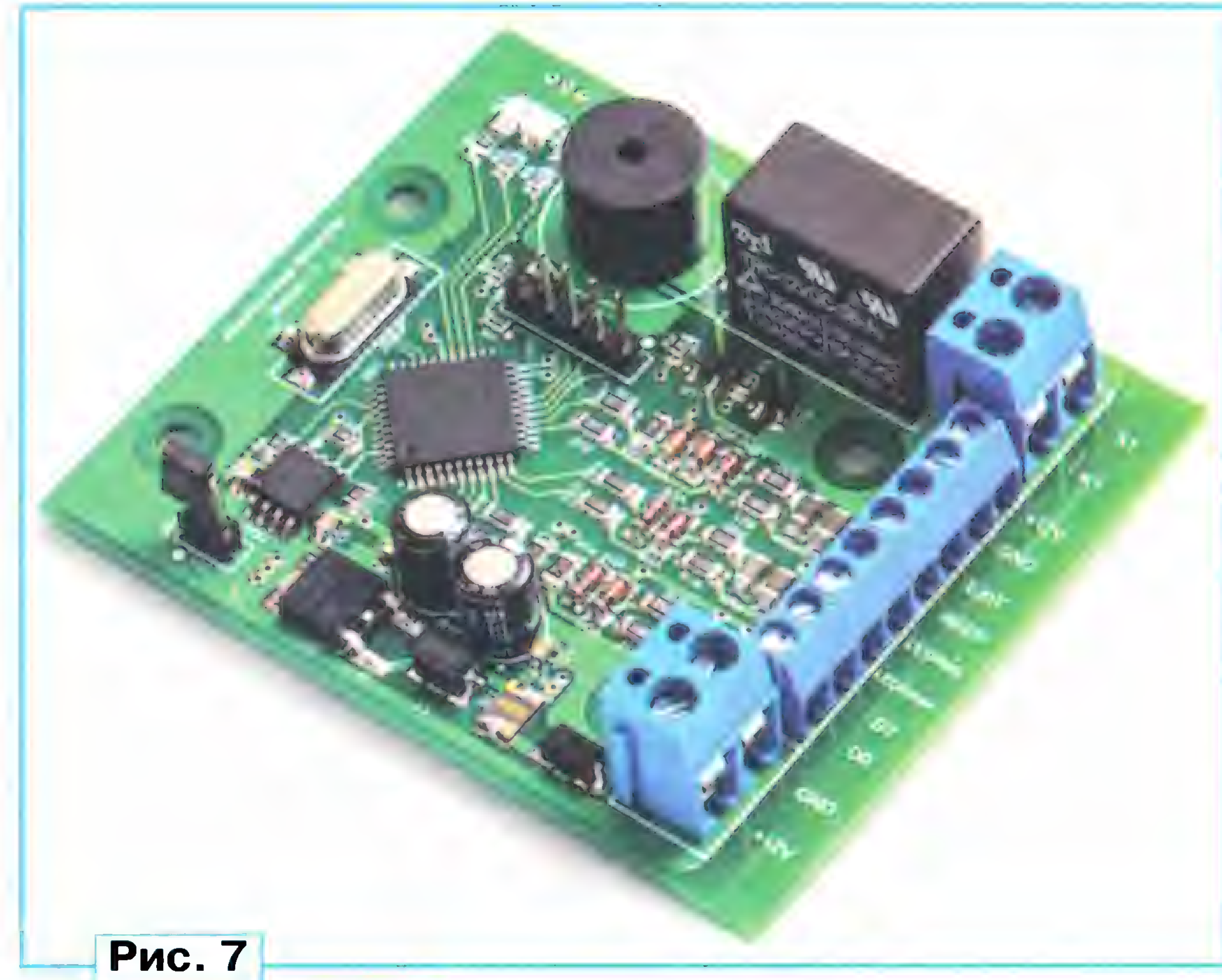


Рис. 7

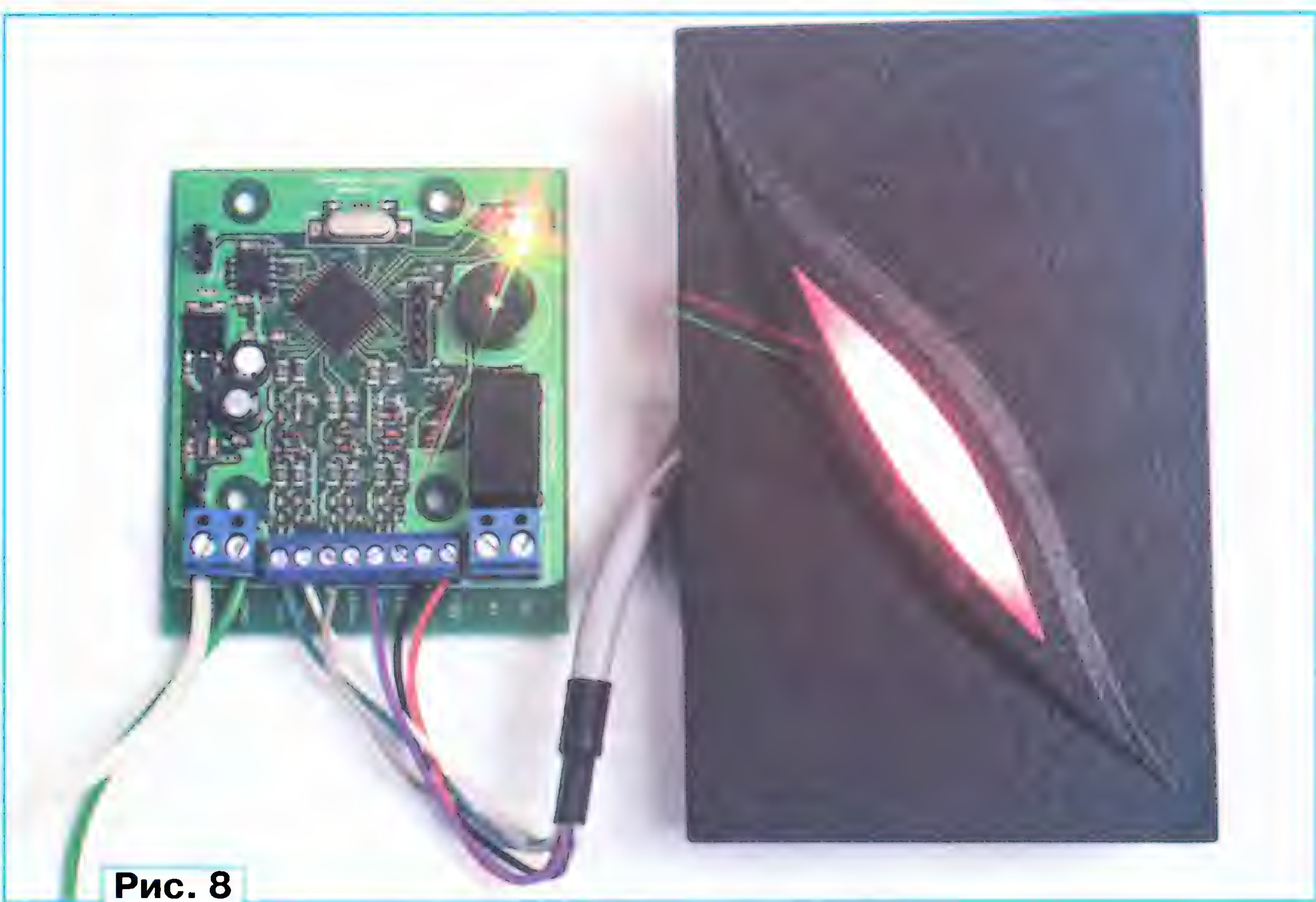


Рис. 8

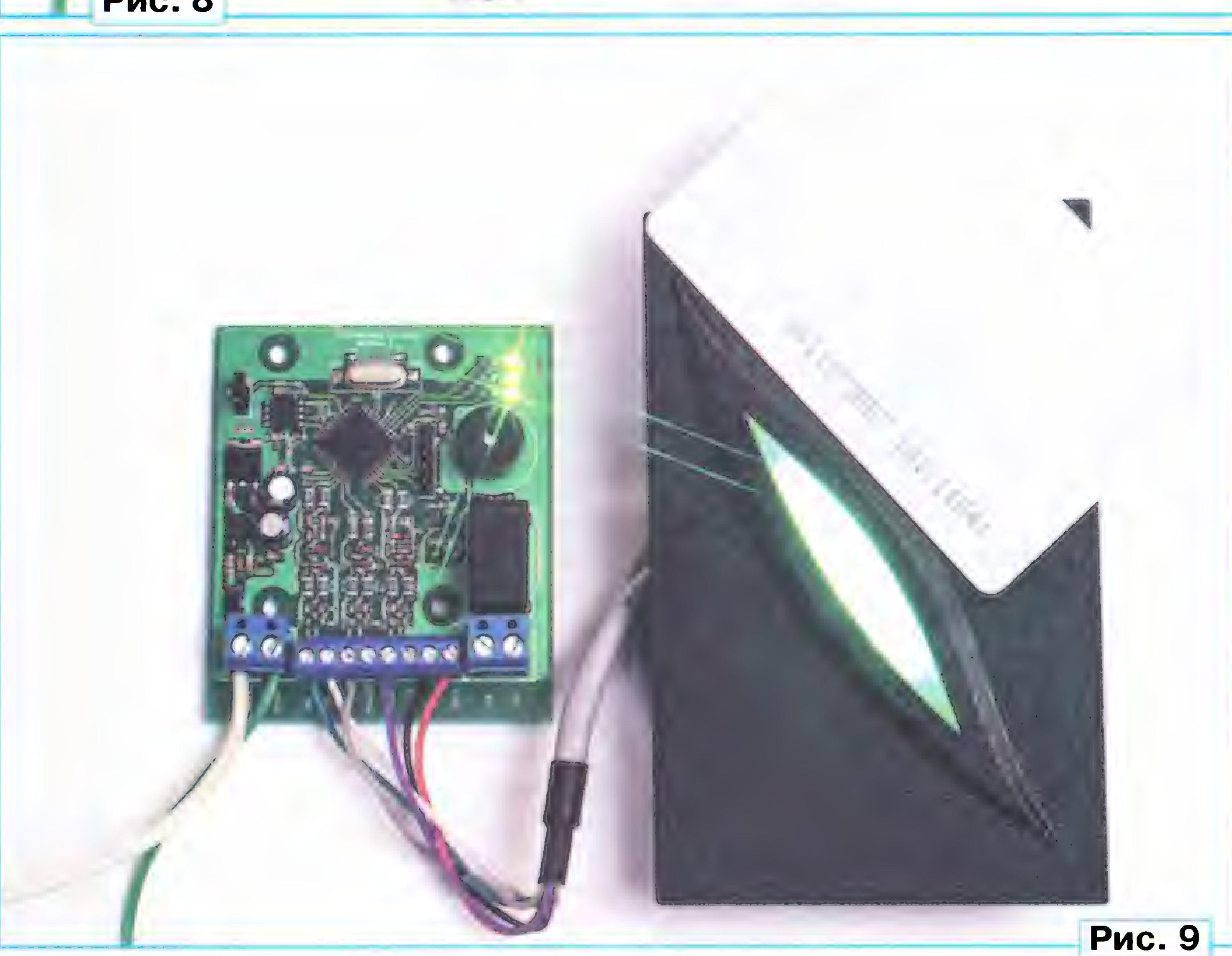


Рис. 9

замок обесточен), индикация считывателя изменится с красной на зелёную (**рис. 9**). Длительность режима "Доступ открыт" — 3 с и может быть подкорректирована программно. Аналогично добавляют в память устройства необходимое количество карточек. Программой предусмотрена невозможность добавления двух одинаковых карт. Удалить ненужные карты из памяти в предлагаемой версии устройства можно только с помощью программатора, стерев EEPROM. Если к считывателю поднести карту, не прописанную в памяти микроконтроллера DD1, Mellon-1 останется в режиме "Доступ закрыт" (см. рис. 8). Устройство рассчитано на круглосуточный режим работы.

***От редакции**. Программа и файл прошивки микроконтроллера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/mellon-1.zip** на нашем FTP-сервере.*

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Р/детали отеч. и имп. 9000 типов, книги, компьютеры, ПО. Ваш конверт. 190013, С.-Петербург, а/я 93, Киселёвой.

* * *

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ НА WWW.S-10MITINO.RU

Всё для ремонта и производства радиоэлектронной аппаратуры, автомобильной и бытовой радиотехники.

Продажа оптом и в розницу в павильоне 546 ТК "Митинский радиорынок". Работаем с 9.00 до 18.00 ежедневно. Почтовая и курьерская доставка.

Наш адрес: Москва, Пятницкое шоссе, 18, 3 эт., пав. 546.

8-905-782-47-71
mat-roskin@rambler.ru
www.s-10mitino.ru;
www.s-10mitino.narod.ru
125464, Москва, аб. ящ. 39.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Сигнализатор превышения номинального сетевого напряжения

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В быту широко применяют различные сетевые разветвители питания (которые в разговорной речи часто называют "Пилотами") — от простых, с несколькими розетками, до сложных, с противопомеховым LC- или C-фильтром и устройством защиты от перегрузок по току и напряжению, в том числе и на микроконтроллерах. В качестве элементов защиты от превышения напряжения часто используют варисторы в сочетании с плавкими вставками или автоматическими предохранителями. Поэтому в большинстве случаев защита по напряжению срабатывает при существенном превышении сетевым напряжением номинального значения — в случае возникновения аварии.

Рис. 1

Но возможна ситуация, когда сетевое напряжение превышает норму на 10...20 % в течение продолжительного времени и аварийное устройство защиты не срабатывает. В этом случае бытовая техника и аппаратура будут работать с перегрузкой, что не обязательно приведёт к выходу из строя, но уж точно сократит срок её службы.

Можно, конечно, уменьшить напряжение срабатывания устройства защиты и приблизить его к номинальному значению сетевого напряжения. Но это снизит помехозащищённость, поскольку возможна ситуация, когда кратковременное незначительное случайное превышение порога приведёт к обесточиванию аппаратуры, что также нежелательно. Поэтому штатный сетевой разветвитель можно снабдить сигнализатором превышения напряжения сети. Он подаст световой и звуковой сигналы, если напряжение превысит допустимое значение, а дальше следует принимать то или иное решение.

Схема сигнализатора показана на **рис. 1**. Он представляет собой релаксационный генератор на динисторах. За основу взята схема сигнализатора превышения напряжения (**Нечаев И.** "Из деталей энергосберегающих люминесцентных ламп...". — Радио, 2012, № 6, с. 26—28). Для повышения точности порога срабатывания сигнализатора в устройстве применены несколько последовательно соединённых динисторов (VS1—VS4), а для повышения стабильности введён терморезистор RK1.

Сетевое напряжение выпрямляет диод VD1. Пульсирующее напряжение поступает на резистивный делитель напряжения R1R2RK1R3. Конденсатор C1, подключённый к подвижному контакту подстроечного резистора R3, сглаживает пульсирующее напряжение на группе динисторов. Напряжение включения одного динистора DB3 — около 32 В, поэтому четыре соединённых последовательно будут включаться при напряжении примерно 128 В. Когда напряжение на конденсаторе C1 достигнет этого значения, динисторы откроются, через светодиод HL1 и акустический излучатель HA1 пройдёт импульс тока. В этот момент светодиод вспыхнет и будет слышен щелчок, а конденсатор C1 частично разрядится. Затем он начнёт заряжаться, и процесс повторится. Время зарядки зависит от напряжения сети, поэтому чем больше напряжение, тем чаще будут вспышки

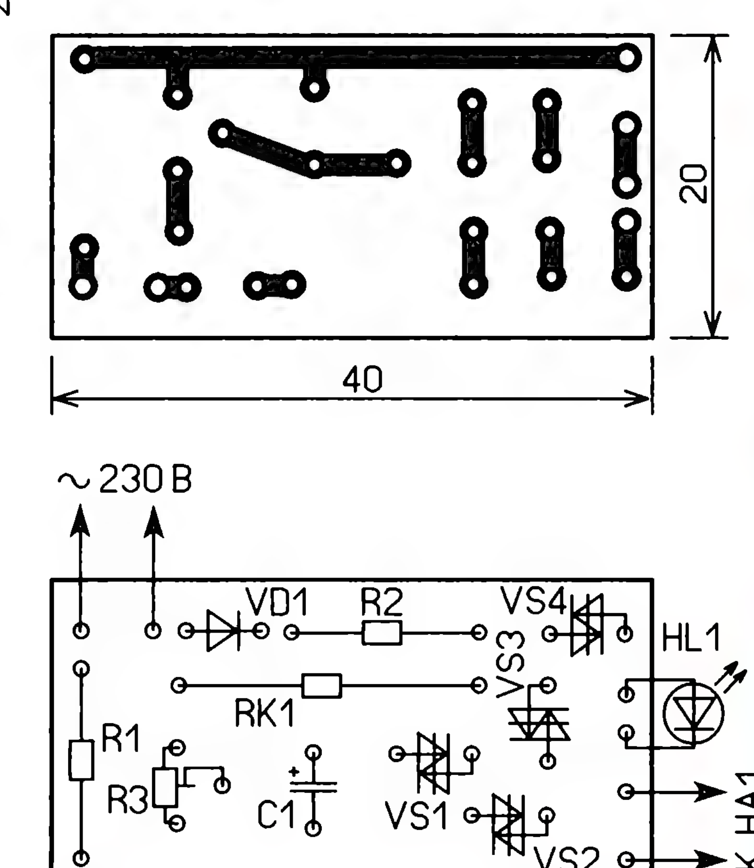


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

светодиода и щелчки. Благодаря сравнительно большой ёмкости конденсатора C1 сигнализатор не реагирует на импульсные помехи.

Все детали, кроме акустического излучателя, размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. В устройстве можно применить постоянные резисторы — МЛТ, С2-23, подстроечный — СП3-19, терморезистор с отрицательным ТКС — ММТ-1 или аналогичный, при его отсутствии взамен него устанавливают проволочную перемычку, но в этом случае повысится температурная нестабильность порога включения сигнализатора. Светодиод — любой маломощный красного свечения диаметром корпуса 5...8 мм.

Динисторы и конденсатор C1 позаимствованы из ЭПРА КЛЛ, акустический излучатель — динамический диаметром около 30 мм от головных телефонов с сопротивлением катушки 32 Ом. Фотография смонтированной платы показана на **рис. 3**.

Сигнализатор подключают в разветвителе перед устройством защиты, чтобы он оставался работоспособным в случае, если защита сработала. В корпусе разветвителя делают отверстие для размещения светодиода. При необходимости светодиод демонтируют с платы и соединяют с ней тонкими монтажными проводами. Для излучателя делают несколько акустических отверстий в корпусе разветвителя.

Для налаживания движок подстроечного резистора R3 устанавливают в верхнее по схеме положение. Разветвитель со встроенным сигнализатором подключают к выходу ЛАТРа. Напряжение контролируют вольтметром переменного тока или мультиметром, включённым на соответствующий предел. Устанавливают напряжение, при котором должен сработать сигнализатор. Он начнёт излучать световые и звуковые сигналы. Медленно вращая движок подстроечного резистора, добиваются выключения сигнализатора. Затем проверяют порог срабатывания и при необходимости регулировку повторяют.

Такой сигнализатор можно установить в любой сетевой разветвитель, в том числе и без устройства защиты, в корпусе которого есть место для размещения платы и акустического излучателя (**рис. 4**).

Кухонный таймер

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

На страницах журнала "Радио" неоднократно публиковались различные конструкции таймеров, собранных на цифровых микросхемах структуры КМОП [1—3]. Эти таймеры имеют возможность изменения выдержки времени в широких пределах и поэтому достаточно универсальны. Однако применительно к таймеру, предназначенному для эксплуатации хозяйкой на кухне, эта универсальность может сыграть злую шутку. Использование нескольких переключателей для выбора интервала выдержки может привести к ошибкам при установке времени, а наличие отдельных сетевого выключателя и кнопки запуска явно не способствует удобству эксплуатации таймера. К тому же таймер желательно снабдить индикатором, позволяющим судить о времени, оставшемся до окончания выдержки.

Предлагаемый вниманию читателей кухонный таймер имеет 11 фиксированных значений выдержки времени, наиболее употребительных (по мнению автора) в процессе приготовления пищи. При желании длительность выдержки можно изменить, уменьшив или увеличив их число за счёт изменения коммутации счётчиков микросхем, а также применив переключатель на другое число положений. Таймер не имеет обособленного выключателя питания, его включение и выключение производятся с помощью одной кнопки. По окончании выдержки времени звучит звуковой сигнал, после чего таймер вместе с нагрузкой отключается от

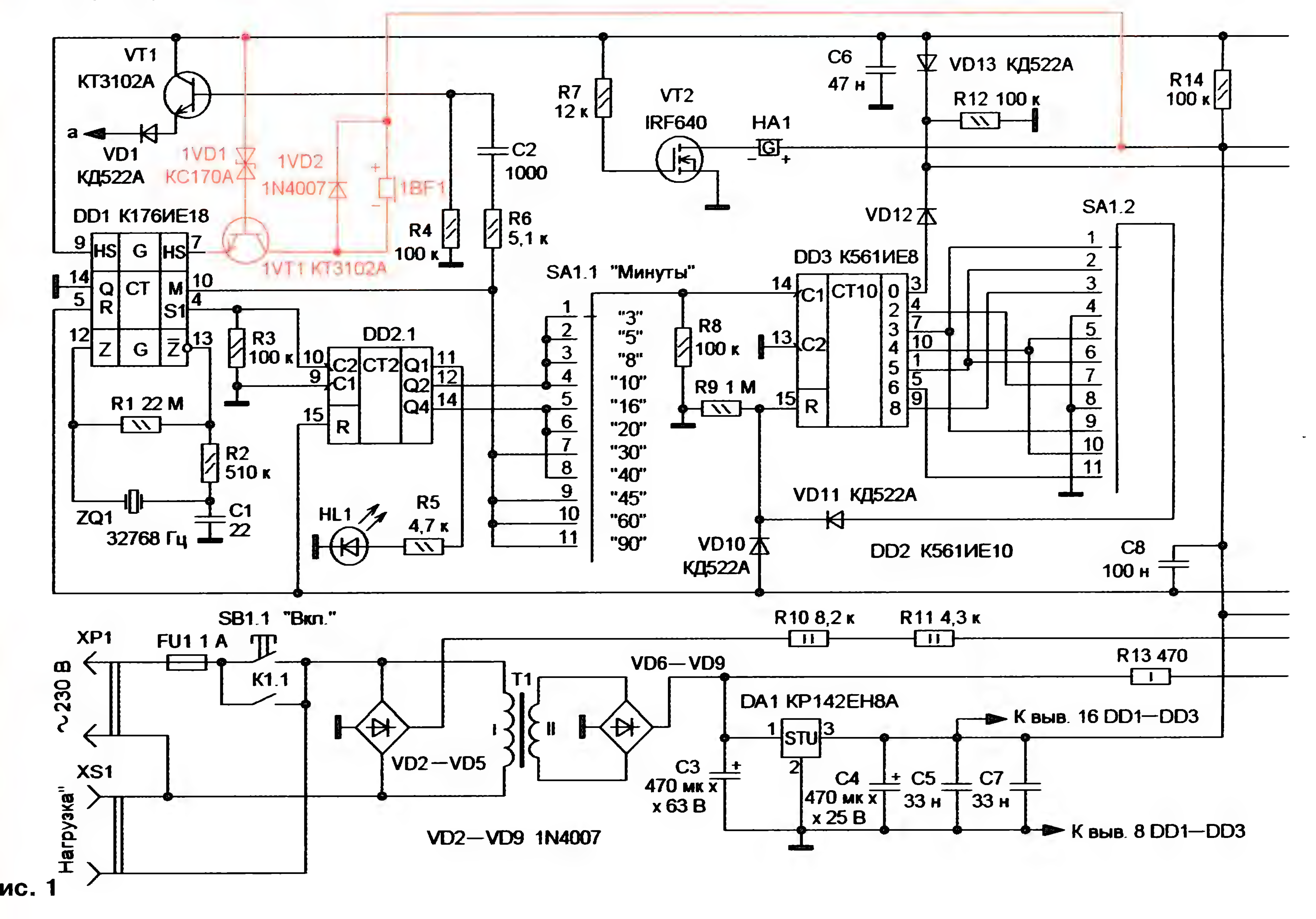
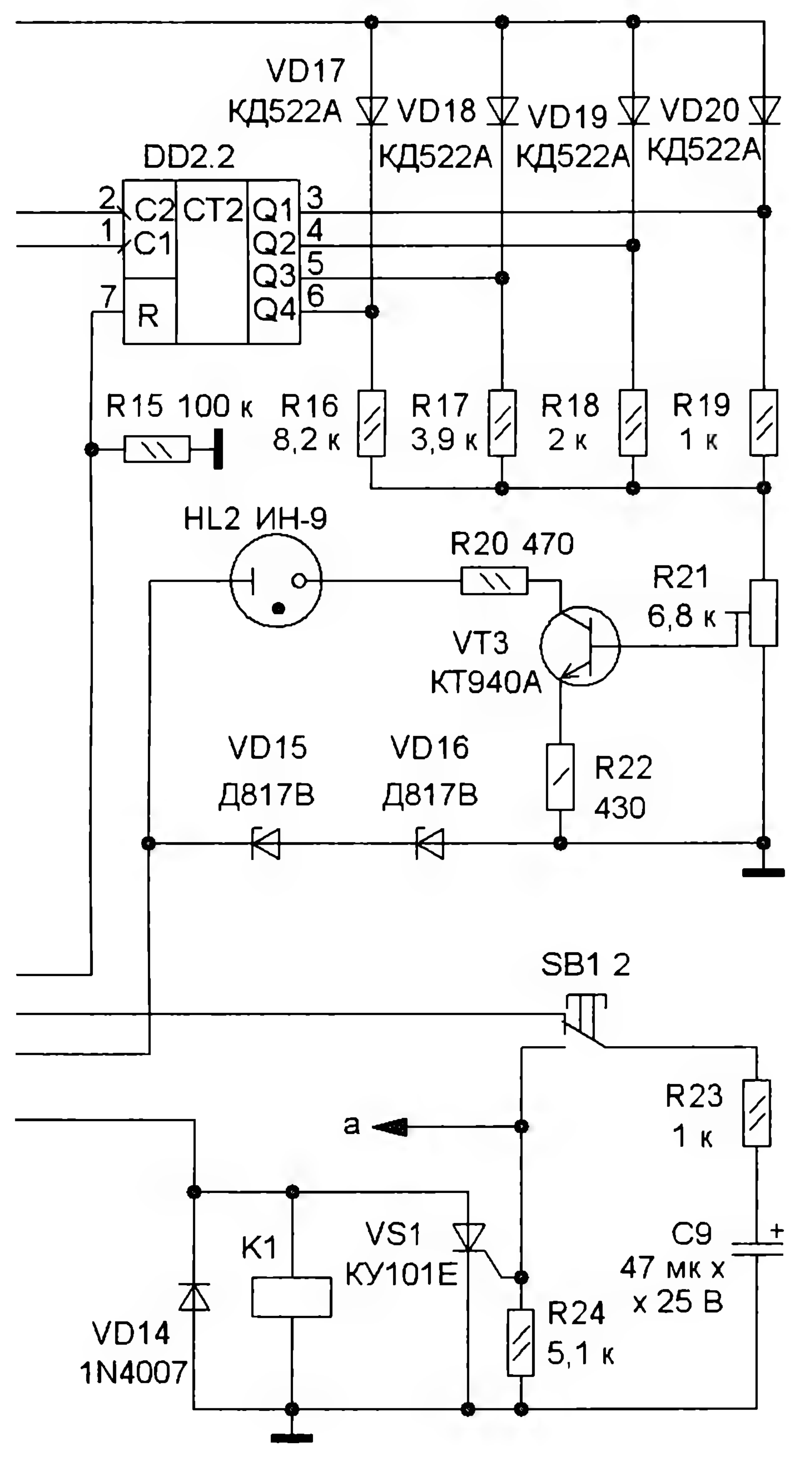


Рис. 1

сети. Таймер снабжён наглядным линейным индикатором времени, позволяющим даже при беглом взгляде на прибор оценить время, как прошедшее с момента пуска, так и оставшееся до окончания выдержки. С помощью таймера можно управлять нагрузкой, подключённой к нему либо непосредственно, либо через дополнительный коммутатор.

Недостатком предлагаемой конструкции является невозможность получения некоторых интервалов выдержек времени (например, 15 и 50 мин) вследствие выбранного способа коммутации счётчиков микросхем, а также отсутствие резервного источника питания, что может привести к сбою установленного интервала времени и отключению устройства при кратковременных перерывах в подаче сетевого напряжения.

Схема устройства показана на **рис. 1**. При нажатии на кнопку SB1 на таймер и подключённую к нему нагрузку поступает сетевое напряжение, при этом срабатывает реле K1 и своими контактами K1.1 блокирует контакты кнопки. В момент подачи напряжения питания цепь C8R15 формирует импульс сброса, переводящий счётчики всех микросхем в нулевое состояние. На микросхеме К176ИЕ18 (DD1), включённой по стандартной схеме, собран генератор секундных и минутных импульсов. Секундные импульсы с выхода генератора поступают на вход счётчика DD2.1, с выхода которого можно снять импульсы с периодом следования 2, 4, 8 и 16 с. С помощью сдвоенного переключателя SA1 осуществляют установку времени выдержки. Счётный вход счётчика DD3 через переключатель SA1.1 может быть соединён с одним из выходов счётчика DD2.1 либо с "минутным" выходом M микросхемы DD1. С помощью переключателя SA1.2 осуществляется изменение коэффициента деления счётчика DD3 2, 3, 4, 5, 6 и 8. Импульсы с частотой, поделённой на соответствующий коэффициент, снимаются с выхода 0 счётчика DD3 и через диод VD12 поступают на вход счётчика DD2.2, к выходам которого подключены диоды VD17—VD20, выполняющие функцию элемента И. При достижении на выходах счётчика DD2.2 состояния 1111 на анодах этих диодов благодаря резистору R14 появляется высокий логический уровень, который через диод VD13 блокирует работу счётчика DD2.2 и открывает полевой транзистор VT2, который, в свою очередь, включает звуковой сигнал — пьезосирену HA1 со встроенным генератором.



На транзисторе VT1 и тринисторе VS1 выполнен узел автоматического отключения таймера от сети спустя минуту после появления звукового сигнала. По фронту каждого минутного импульса, появляющегося на выводе 10 микросхемы DD1, конденсатор C2 заряжается через резистор R6, открывая на короткое время транзистор VT1. Пока на коллекторе этого транзистора присутствует напряжение низкого уровня, тринистор VS1 закрыт. По окончании выдержки таймера по фронту последнего минутного импульса конденсатор C2 заряжается раньше, чем происходит переключение счётчиков микросхем DD2 и DD3, поэтому ко времени появления на коллекторе транзистора VT1 напряжения высокого уровня транзистор оказывается закрытым. По фронту следующего минутного импульса транзистор VT1 вновь открывается, но теперь на его коллекторе присутствует напряжение высокого уровня, открывающее тринистор VS1. Открывшийся тринистор шунтирует обмотку реле K1, контакты K1.1 реле размыкаются, и таймер отключается от сети. Продолжительность звукового сигнала до момента отключения таймера при установке выдержки 20 мин и более — 1 мин, при выдержке менее 20 мин — немного меньше.

Для ручного отключения таймера нажимают на кнопку SB1, при этом конденсатор C9, заряженный до напряжения питания, контактами SB1.2 подключается к управляющему электроду тринистора, вызывая отключение реле K1. В момент отпускания кнопки SB1 таймер отключается, конденсатор C9 разряжается через цепь питания таймера и устройство готово к повторному пуску.

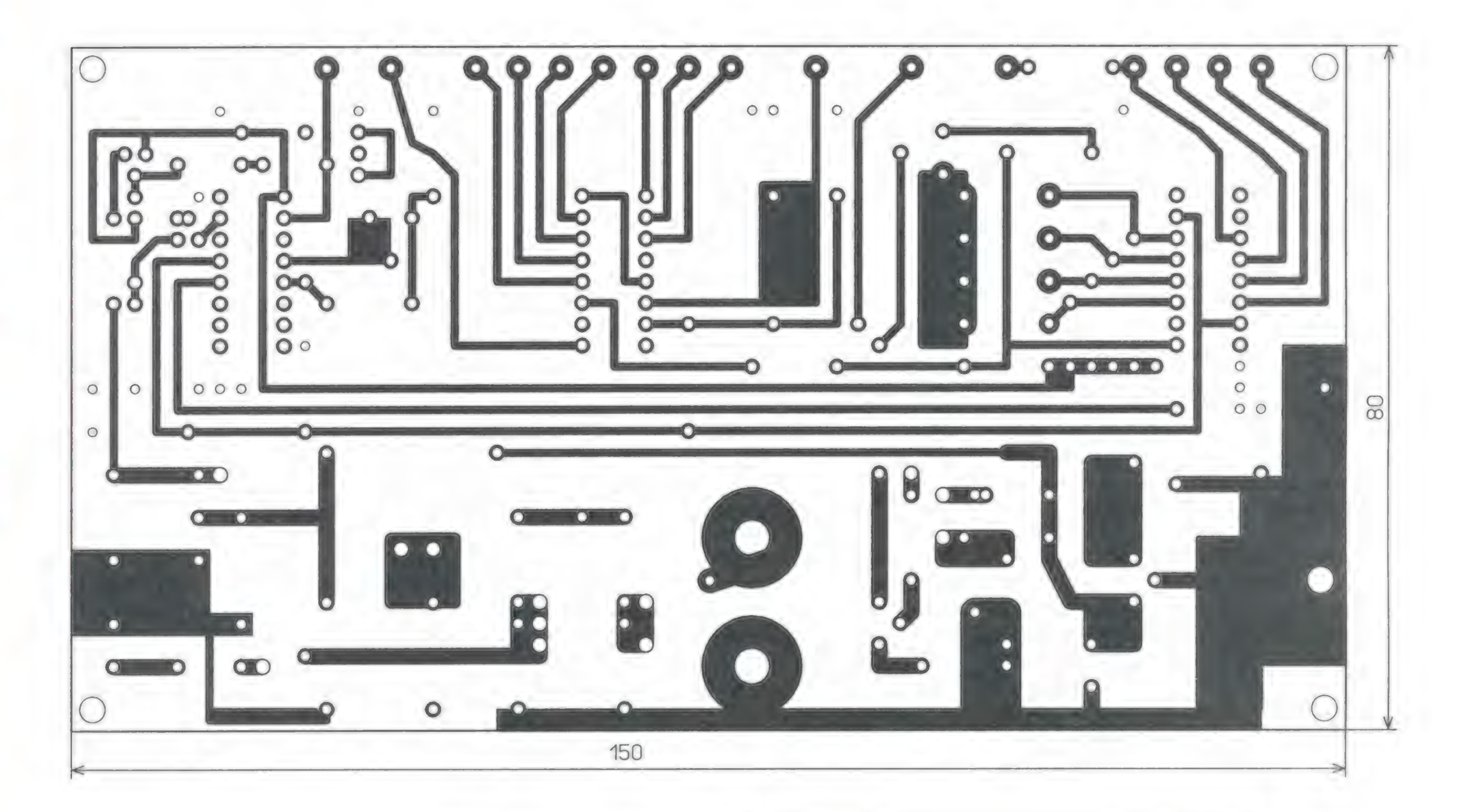
Узел индикации времени, прошедшего с момента пуска таймера, построен с применением линейного газоразрядного индикатора ИН-9 [4]. Резисторы R16—R19 образуют цифроаналоговый преобразователь, преобразующий цифровой код на выходах счётчика DD2.2 в напряжение. С движка подстроечного резистора R21 напряжение, пропорциональное прошедшему с момента пуска таймера времени, поступает на базу транзистора VT3, выполняющего функцию регулируемого резистора [5]. С увеличением напряжения на базе транзистора VT3 возрастает ток, текущий через индикатор HL2, и соответственно, увеличивается высота светящегося столба индикатора. Линейность шкалы индикатора зависит от точности подбора резисторов R16—R19, но так как индикатор служит больше для контроля, а не для отсчёта времени, добиваться высокой линейности шкалы не имеет смысла.

Чертёж печатной платы таймера показан на **рис. 2**. Она изготовлена из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. Чертёж размещения элементов на плате показан на **рис. 3**, а внешний вид смонтированной платы — на **рис. 4**. Выводы деталей, соединяющие печатные проводники на разных сторонах платы, необходимо пропаивать с двух сторон. Для облегчения изменения времени выдержки таймера к контактным площадкам, служащим для присоединения проводов от переключателя SA1, подключены все, в том числе и не задействованные в данной конструкции, выходы счётчиков микросхем DD2.1 и DD3. Резистор R10 установлен на плате параллельно, резистор R11 — перпендикулярно ей, при этом один из его выводов припаян к свободному выводу резистора R10, а другой — к выводу катода стабилитрона VD15. Конденсаторы C3 и C4, а также микросхема DA1 установлены на плате "лёжа".

Над микросхемой DD3 на металлических стойках высотой 5 мм установлена пластина из оцинкованного железа толщиной 0,5 мм, оклеенная в два слоя полосками изоляционной ленты. Края пластины загнуты вверх, образуя коробчатое основание, в котором установлен трансформатор T1. Пластина с помощью изолированного отрезка провода соединена с общим проводом устройства. Держатель предохранителя FU1 и клеммная колодка, служащая для присоединения проводов, идущих к вилке XP1 и гнезду XS1, смонтированы на небольшой пластине из полистирола, которая закреплена на стойках высотой 20 мм над реле K1. Индикатор HL2, светодиод HL1, а также кнопка SB1 и переключатель SA1 смонтированы на пластине из полистирола, имеющей размеры печатной платы. Эта пластина закреплена над платой с помощью металлических стоек высотой 40 мм, имеющих резьбу M3.

Звуковой излучатель с платой генератора извлечены из корпуса пьезосирены. Излучатель закреплён с помощью стойки и длинного винта рядом с трансформатором T1, плата звукового генератора прикреплена к основной плате с помощью металлического уголка.

Звуковой сигнализатор таймера можно выполнить без использования пьезосирены со встроенным генератором, задействовав элементы звукового сигнализатора микросхемы DD1. На



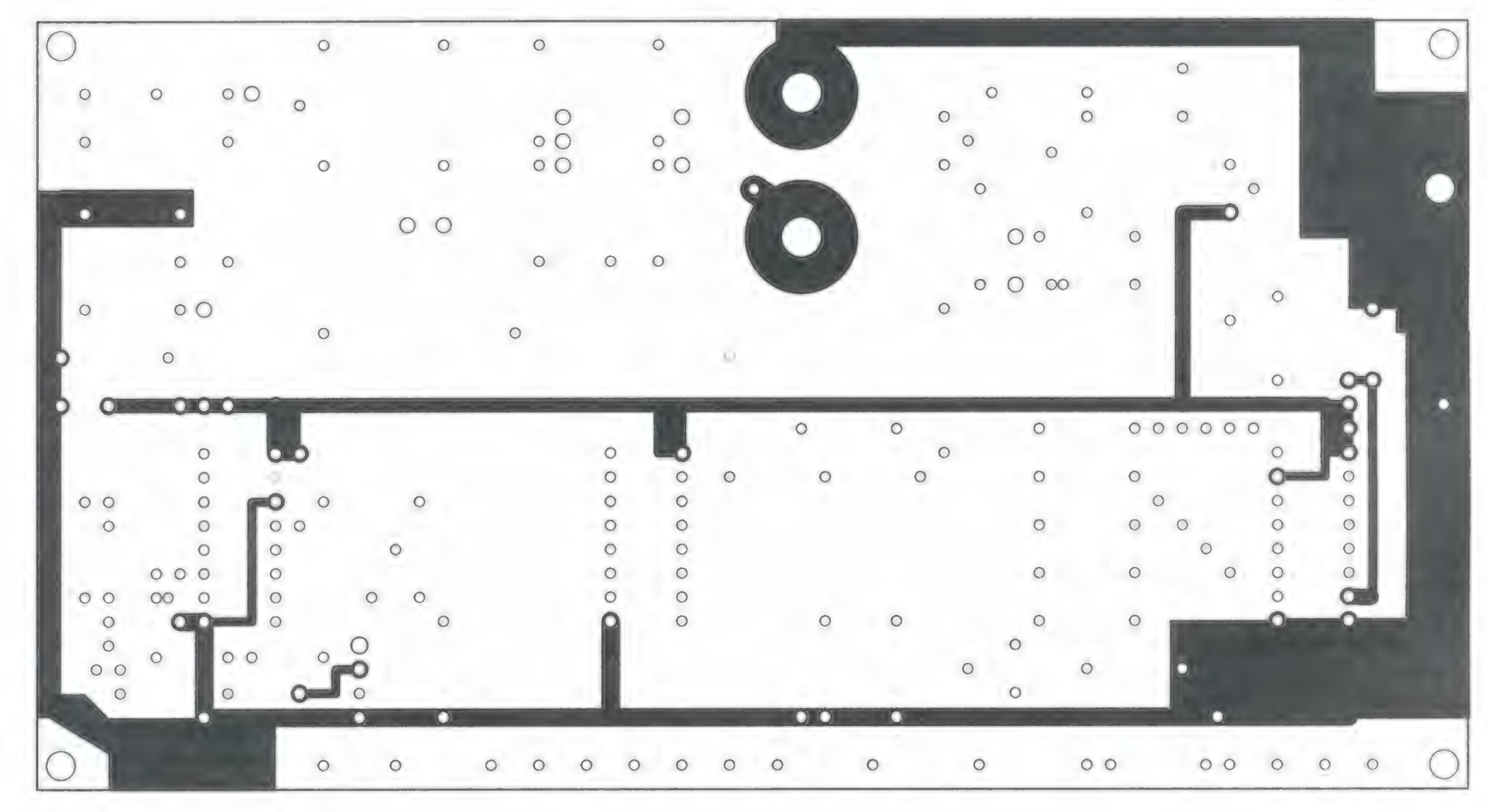


Рис. 2

схеме (см. рис. 1) элементы этого варианта выделены красным цветом, а обозначение начинается с префикса 1. Транзистор 1VT1 служит для предотвращения включения звукового сигнала в первую минуту после пуска таймера, стабилитрон 1VD1 препятствует появлению даже слабого звука в телефоне 1BF1 в первую минуту работы таймера. При использовании этого варианта звукового сигнализатора транзистор VT2, резистор R7 и излучатель HA1 не устанавливают. Плата рассчитана на монтаж звукового сигнализатора как по первому, так и по второму варианту. Для реализации второго варианта на плату монтируют элементы 1VD1, 1VD2, 1VT1.

Корпусом конструкции служит подходящий по размерам контейнер для пищевых продуктов (**рис. 5**), изготовленный из довольно толстой жёсткой пластмассы и имеющий полупрозрачное дно, через которое можно наблюдать свечение индикатора HL2 и вспышки светодиода HL1. Плата закреплена на крышке контейнера, служащей днищем, на стойках высотой 5 мм с помощью винтов М3. С обратной стороны днища прикреплена металлическая пластина с грушевидным вырезом, служащая для подвески таймера на держателе, закреплённом на стене.

В устройстве можно применить резисторы МЛТ, С2-23, причём каждый из резисторов R16—R19 для облегчения подбора можно составить из двух, соединённых последовательно, установив их перпендикулярно плате, подстроечный резистор — СП4-1, СПО. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — керамические КМ, К10-7в или аналогичные. Транзистор КТ3102А можно заменить любым из серий КТ3102, КТ315, замена транзистора КТ940Б — транзистор КТ969А или аналогичный средней мощности с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 200 В. Хотя транзистор VT3 нагревается не очень сильно, для большей надёжности его можно снабдить небольшим теплоотводом. Полевой транзистор можно применить практически любой n-канальный с

Рис. 3



Рис. 4

индуцированным каналом и с максимальным током стока не менее 0,3 А. Диоды VD6—VD9 — любые выпрямительные с обратным напряжением не менее 50 В и допустимым током не менее 0,5 А, например, любой из серии 1N400x. Диоды VD2—VD5 должны иметь обратное напряжение не менее 400 В (1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007), остальные диоды — серий КД521, КД522, 1N4148. Трансформатор Т1 применён готовый тороидальный, но подойдёт любой другой с напряжением вторичной обмотки 15...20 В при токе до 0,5 А. Желательно применить трансформатор, имеющий дополнительную вторичную обмотку с напряжением 180...220 В для питания выпрямителя индикатора на диодах VD2—VD5, при этом элементы устройства будут гальванически изолированы от питающей сети.



Рис. 5

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Микросхему К142ЕН8А можно заменить на 7809, микросхемы DD2, DD3 — функциональными аналогами из серий К176, КР1561. Взамен микросхемы К176ИЕ18 можно применить микросхему К176ИЕ12, отогнув перед установкой на плату выводы 9 и 14 и предварительно соединив отрезками проводов вывод 9 с выводом 5, а вывод 7 — с выводом 4. Но при такой замене звуковую сигнализацию придётся делать с применением элементов R7, VT2 и НА1.

Пьезосирена НА1 — неизвестного происхождения, без единой надписи на корпусе. При напряжении питания 9 В сирена потребляет ток 250 мА и звучит очень громко. В качестве НА1 можно использовать и другие звуковые излучатели с требуемой громкостью сигнала, имеющие напряжение питания в пределах 9...12 В. BF1 — капсюль ТК-67, или динамическая головка с сопротивлением катушки не менее 50 Ом, например, 0,025ГД-2 или 0,05ГД-1. Стабилитрон 1VD1 — не обязательно двуханодный, подойдёт любой маломощный стабилитрон с напряжением стабилизации 5...7 В, подключённый анодом к базе транзистора 1VT1. Стабилитроны VD15, VD16 можно заменить одним КС650А или цепочкой стабилитронов с суммарным напряжением стабилизации 150—160 В. Тринистор VS1 — КУ101 с любым буквенным индексом. Светодиод HL1 должен быть повышенной яркости свечения, любого типа и свечения. Линейный газоразрядный индикатор ИН-9 можно заменить индикатором ИН-13, включив его по схеме, приведённой на рис. 1 в [6]. При отсутствии газоразрядного индикатора линейную шкалу можно построить на светодиодах с применением микросхемы К1003ПП1 [6]; при этом отпадает необходимость в высоковольтном источнике питания.

Кнопка SB1 — КМ2-1, П2К или другая без фиксации, имеющая две группы контактов на переключение. Переключатель SA1 — ПГ3 на два положения и 11 направлений, можно применить и любой малогабаритный на два направления и требуемое число положений. Реле — SANOU SRD-S-112 D с напряжением срабатывания 12 В и коммутируемым током 7 А извлечено из неисправного источника бесперебойного питания IPPON (из одного источника можно извлечь пять таких реле). Подойдёт также и любое другое реле, имеющее напряжение срабатывания 10...15 В при токе 30...40 мА.

В качестве вилки ХР1 использован корпус от зарядного устройства сотового телефона или другого малогабаритного блока питания, выполненный в виде сетевой вилки. В этом корпусе смонтирована и розетка XS1, служащая для подключения управляемой таймером нагрузки. Номинальный ток плавкой вставки FU1 намеренно выбран значительно меньше максимально допустимого для контактов кнопки SB1 тока, что позволяет значительно продлить ресурс контактов кнопки и предохранить их от обгорания при ошибочном подключении к таймеру мощной нагрузки. Для коммутации нагрузки мощностью более 200 Вт к розетке XS1 таймера следует подключить дополнительный мощный релейный коммутатор или вход управления симисторного коммутатора.

Налаживание "часовой" и индикаторной частей устройства лучше производить по отдельности. Диоды VD2—VD5 на первом этапе налаживания на плату не устанавливают. После включения питания и нажатия на кнопку SB1 реле К1 должно сработать, а светодиод HL1 должен начать мигать с частотой 0,5 Гц, свидетельствуя о нормальной работе генератора на микросхеме DD1. Далее измеряют напряжение на обмотке реле К1. При необходимости подбирают резистор R13, устанавливая на обмотке номинальное для применённого реле напряжение. Затем повторно нажимают на кнопку SB1, при отпускании кнопки устройство должно отключиться от сети. Устанавливают переключателем SA1 интервал 3 мин и, контролируя время с помощью часов или секундомера, вновь включают таймер кнопкой SB1. По истечении трёх минут должен зазвучать звуковой сигнал, а спустя ещё 39 с таймер должен отключиться. Если всё в порядке, проверяют работу таймера на других выдержках. В случае, если при выдержке 30 мин и более таймер по её окончании сразу, без подачи звукового сигнала, отключается от сети, подбирают сопротивление резистора R6 или ёмкость конденсатора С2.

Убедившись в нормальной работе "часовой" части таймера, впаивают диоды VD2—VD5, устанавливают движок подстроечного резистора R21 в среднее положение и включают таймер на интервал 3 мин. Дождавшись появления звукового сигнала, подстроечным резистором R21 устанавливают максимальную длину светящегося столба индикатора. Далее устройство вновь включают на интервал 3 мин, и по секундомеру определяют время, через которое на индикаторе появляется первая часть светящегося столба. Это время, в зависимости от желаемой длины шагов, может составлять 12 или 24 с (в авторском варианте — 24 с). Если это время больше, уменьшают сопротивление резистора R22, подстроечным резистором R21 во время звучания сигнала вновь устанавливают максимальную высоту светящегося столба индикатора и снова измеряют время появления первого светящегося сегмента. Если оно соответствует 12 или 24 с, налаживание можно считать законченным. Остаётся расположить рядом с индикатором полоску бумаги, отметить на ней все шаги, которые делает индикатор за время выдержки, и изготовить шкалу, обозначив нужные точки на ней в процентах от времени выдержки.

При изготовлении и эксплуатации данного устройства необходимо помнить, что все его элементы гальванически связаны с сетью. Корпус таймера следует изготавливать только из изоляционного материала. Необходимо исключить соприкосновение с корпусом и валом переключателя SA1, применив надёжную рукоятку из изоляционного материала. Винт, фиксирующий ручку переключателя, должен быть обязательно утоплен вглубь ручки для исключения касания этого винта во время эксплуатации устройства. Для устранения возможности поражения электрическим током при налаживании устройство следует питать через разделительный трансформатор.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Розенберг И.** Экономичный таймер. — Радио, 1987, № 3, с. 28, 29.

2. **Маслаев В.** Реле времени для фотолюбителя. — Радио, 1989, № 2, с. 64—66.

3. **Нечаев И.** Бытовой таймер. — Радио, 1993, № 11, с. 36, 37.

4. **Лисицын Б.** Линейные газоразрядные индикаторы. — Радио, 1976, № 4, с. 59, 60.

5. **Ляпин Ю.** Индикатор уровня на ИН-13. — Радио, 1978, № 9, с. 34.

6. **Бирюков С.** Два вольтметра на К1003ПП1. — Радио, 2001, № 8, с. 32, 33.

***От редакции**. Авторский вариант файла печатной платы в формате SprintLayout находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/timer.zip** на нашем FTP-сервере.*

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

ICdarom.ru — интернет-магазин—склад предлагает по отличным ценам:

- микросхемы;
- транзисторы;
- диоды;
- резисторы;
- конденсаторы;
- макетные платы;
- антенны, GSM-модули;
- корпуса РЭА;
- разъёмы;
- термоусадку;
- материалы для пайки

с доставкой по России.
www.ICdarom.ru
8(985) 924-34-35;
8(495) 781-59-24.
info@icdarom.ru

* * *

ХИТ ПРОДАЖ! Прибор для тестирования электронных компонентов (транзисторы, диоды, тиристоры, конденсаторы, резисторы, индуктивности и др.) **"ТРАНЗИСТОР ТЕСТЕР-М2"** — 2550 руб.

— **Набор деталей корпуса** Транзистор Тестера-М2 — 525 руб.

— **ХИТ!** Плата частотомера **FC1100** от 1 Гц до 1100 МГц (собранная и настроенная), 2 входа: 0...50 МГц и 1...1100 МГц, регулировка уровня, цветной индикатор, встроенный тестер кварцевых резонаторов 1...25 МГц, одновременное измерение 2-х частот — 2550 руб.

— Набор деталей корпуса частотомера FC1100 — 525 руб.

ЗВОНИТЕ! ЗАКАЗЫВАЙТЕ!
По номеру 8 (916) 029-9019
с 9-30 до 18-00 MSK,
по e-mail: zakaz@dessy.ru
или на сайте www.dessy.ru

Индикатор отклонения сетевого напряжения

А. ВИШНЕВСКИЙ, г. Луганск, Украина

Сетевое напряжение с номинальным значением 230 В, используемое в быту и на производстве, иногда выходит за допустимый предел ±10 % [1]. В результате этого могут неправильно работать какие-либо электроприборы, питающиеся от этой сети, или может возникнуть аварийная ситуация. Следить за сетевым напряжением с помощью вольтметра не всегда удобно, можно отображать уход величины сетевого напряжения за допустимый предел с помощью простого индикатора. Такие индикаторы были предложены в [2] и [3]. В них в качестве пороговых элементов применены динисторы. В качестве балластных элементов применён высоковольтный стабилитрон [2] или резисторы [3], и на них выделяется тепло, и если индикаторы собраны в корпусе небольшого объёма, то динисторы, определяющие пороги срабатывания, нагреваются, и это приводит к погрешности в показаниях этих индикаторов. Предлагаемый индикатор отклонения сетевого напряжения от номинального значения сделан с применением блока питания на балластном конденсаторе. Для индикации ухода сетевого напряжения за пределы допустимого значения применены два разноцветных светодиода — красного и зелёного свечения. Индикация работает по принципу, применённому в [3]. При снижении напряжения до 200 В и менее горит непрерывно красный светодиод. Если сетевое напряжение превысит 250 В, непрерывно включён светодиод зелёного свечения и периодически вспыхивает светодиод красного свечения. Когда напряжение сети находится в интервале 200...250 В, горит непрерывно один светодиод зелёного свечения.

Схема индикатора показана на **рисунке**. Он собран на двух ОУ DA1.1 и DA1.2 (микросхема К157УД2), которые выполняют функцию компараторов. На логических элементах DD1.1, DD1.3 и DD1.4 собран генератор импульсов, элемент DD1.2 включён инвертором. На балластном конденсаторе С2, диодном мосте VD3, конденсаторе С3 и стабилитроне VD4 собран стабилизированный узел питания. Диод VD1 выпрямляет сетевое напряжение до измерительной части индикатора, конденсатор С1 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Резистивный делитель R2R3R4 понижает уровень напряжения до безопасного уровня для входных цепей ОУ. Резисторами R3 и R4 устанавливают пороги срабатывания индикатора. Резисторы R6 и R8 обеспечивают небольшой гистерезис переключения компараторов, что повышает их помехоустойчивость. Образцовое напряжение для компараторов формирует параметрический стабилизатор напряжения на резисторе R7 и стабилитроне VD2. Индикацию осуществляют светодиоды HL1 и HL2, транзисторы VT1 и VT2 обеспечивают согласование светодиодов с выходами логических элементов.

Устройство работает следующим образом. Если сетевое напряжение будет менее 200 В, компаратор на ОУ DA1.2 переключится в состояние с высоким уровнем напряжения (лог. 1) на выходе. Логический элемент DD1.2 инвертирует этот уровень, и на его выходе установится низкий уровень (лог. 0), поэтому светодиод HL1 погашен. Одновременно на выходе элемента DD1.4 будет постоянно присутствовать лог. 1, в результате транзистор VT2 откроется и станет постоянно светить светодиод HL2 красного свечения, индицируя снижение сетевого напряжения ниже порога.

Когда сетевое напряжение находится в интервале 200...250 В, на выходе ОУ DA1.2 присутствует лог. 0. Элемент DD1.2 инвертирует этот уровень, и на его выходе будет лог. 1. В этом случае транзистор VT2 закроется (светодиод HL2 погаснет), а транзистор VT1 откроется, поэтому включится и будет постоянно гореть светодиод HL1 зелёного свечения, индицируя, что напряжение сети в норме. При превышении сетевым напряжением 250 В компаратор на ОУ DA1.1 переключается в состояние с лог. 1 на выходе. Это приведёт к запуску генератора импульсов, и светодиод HL2 начинает периодически вспыхивать. В результате светодиод зелёного свечения светит постоянно, а красного — вспыхивает. Эта комбинация сигнализирует о превышении сетевым напряжением верхнего порога.

Налаживание индикатора начинают с того, что устанавливают желаемые пороги переключения индикатора. Для этого движки подстроечных резисторов R3 и R4 устанавливают в нижнее по схеме положение. К выходу ЛАТРа подключают вольтметр переменного тока и вход индикатора. Устанавливают на входе индикатора напряжение 200 В, и подстроечным резистором R3 добиваются включения светодиода HL2 зелёного свечения, при этом должен погаснуть светодиод HL1 красного свечения. Затем подают напряжение 250 В, и движком подстроечного резистора R4 добиваются периодического включения красного светодиода HL1 с одновременно горящим зелёным светодиодом. На этом налаживание можно считать законченным.

В индикаторе можно применить постоянные резисторы МЛТ, ОМЛТ, С2-23 соответствующей мощности, подстроечные — СП3-19, СП3-38а или импортные, оксидные конденсаторы — К50-35, конденсатор С2 — металлоплёночный импортный, например, B32922-C3334-K фирмы Epcos, рассчитанный на работу на переменном токе с номинальным напряжением не менее 305 В, С4 — плёночный серии К73 или керамический К10-17. Светодиоды — любые маломощные соответствующего цвета свечения с диаметром корпуса 3...5 мм.

В качестве корпуса индикатора использована круглая пластмассовая коробка диаметром около 55 мм из-под косметического крема. В неё помещена круглая универсальная печатная плата из стеклотекстолита. Применён проводной монтаж.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарты напряжений и частот в разных странах. — URL: **https://ru.wikipedia.org/wiki/** (15.09.17).

2. **Бутев В.** Индикатор отклонений сетевого напряжения. — Радио, 1985, № 6, с. 39.

3. **Александров И.** Сигнализатор изменения сетевого напряжения. — Радио, 1989, № 8, с. 66—68.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

"Мигалка" для ремонта ёлочной гирлянды

А. КАРПАЧЕВ, г. Железногорск Курской обл.

Схема устройства на одном тринисторе серии КУ201 или КУ202, обеспечивающего мигание одной лампы или гирлянды, известна уже давно. Она была описана, например, в [1]. Для многих радиолюбителей это была одна из первых конструкций, для своего времени почти не имевшая недостатков.

Но спустя почти сорок лет некоторые недостатки всё-таки проявились. Первый — большие габариты, обусловленные размерами тринисторов того времени. Второй — неэкономичность, обусловленная значительной мощностью, рассеиваемой на резисторах. Но оказалось, что простая замена устаревшего тринистора современным экономичным и малогабаритным невозможна. Автор предлагаемой статьи рассказывает, как он решил эту проблему.

Всё началось с того, что накануне новогоднего праздника старая, немало поработавшая мигающая ёлочная гирлянда стала гореть, не мигая. Вышли из строя встроенные в неё лампы с биметаллическими контактами, обеспечивающими мигание. Запас таких ламп был исчерпан, хотя обычных, без встроенной "мигалки", было ещё много. Выбрасывать гирлянду показалось неразумным, захотелось её отремонтировать. А для этого нужно было найти замену отказавшим "мигалкам" — простую, чтобы за вечер можно было собрать несколько штук, и малогабаритную, чтобы новые "мигалки", врезанные в разрывы проводов гирлянды, были незаметны на ёлке.

Прежде всего, я попробовал собрать "мигалку" по приведённой в [1] схеме, изображённой на **рис. 1**, заменив в ней устаревший тринистор более современным PCR606. Заодно увеличил сопротивление резисторов, чтобы понизить рассеиваемую на них мощность. Да и конденсатор взял намного меньшей ёмкости, что должно было уменьшить габариты конструкции.

Но собранное за несколько минут устройство, в отличие от сорокалетнего прототипа, отказалось работать. Подбор резисторов ничего не дал. Лампа горела, питаясь пульсирующим током через диод и открытый тринистор, но мигать отказывалась.

Поиск решения в Интернете ничего не дал. Пришлось самостоятельно разбираться, как заставить "мигалку" работать. Дело оказалось в слишком высокой чувствительности управляющего электрода тринистора PCR606. Тока, текущего через резисторы R1 и R2, было вполне достаточно для открывания тринистора в каждом полупериоде независимо от степени заряженности конденсатора C1. Пришлось добавить в цепь управляющего электрода динистор DB3, который стал открываться при определённом напряжении на конденсаторе, подавая открывающий сигнал на управляющий электрод тринистора, и закрываться после некоторой разрядки конденсатора, разрывая цепь управляющего электрода. После этого конденсатор вновь заряжается и цикл повторяется.

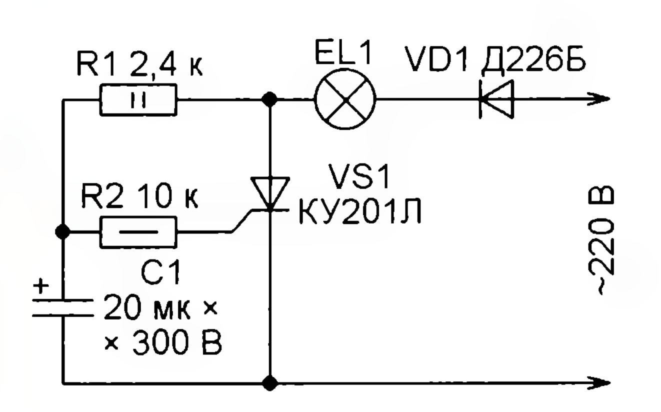


Рис. 1

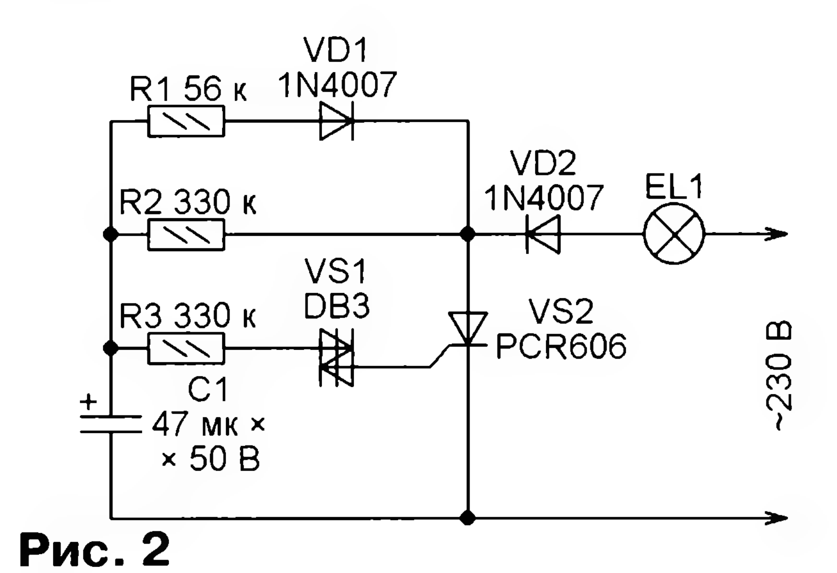


Рис. 2

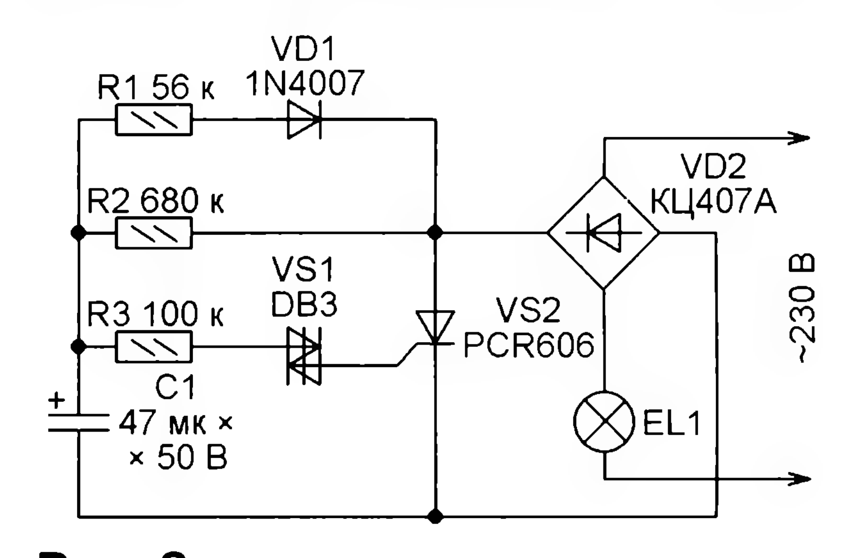


Рис. 3

В результате экспериментов получилось устройство, схема которого представлена на **рис. 2**. Резистор R1 обеспечивает необходимый для открывания тринистора VS2 ток, а диод VD1 обеспечивает зарядку конденсатора C1 только через резистор R2. Если собрать устройство без этих элементов, гирлянда (лампа EL1) лишь вспыхивает в моменты открывания динистора VS1 и сразу гаснет.

Налаживание "мигалки" требует некоторых пояснений. Время, в течение которого конденсатор C1 заряжается до напряжения открывания динистора VS1, задаёт резистор R2. Но, увеличивая его сопротивление свыше 470...820 кОм, следует иметь в виду два момента. Первый — ток зарядки оксидного конденсатора C1 настолько мал, что может оказаться соизмеримым с его током утечки. Во время экспериментов мне попался конденсатор, напряжение на котором при сопротивлении резистора R2 820 кОм не поднималось выше 25 В. Следовательно, чем больше сопротивление резистора R2, тем выше требования к качеству конденсатора C1.

Второй — при сопротивлении резистора R2 свыше 360 кОм наступает хаотическое мигание, практически мерцание лампы. Причём, пока сопротивление этого резистора не превысило примерно 400 кОм, большую часть времени лампа всё-таки мигает и лишь иногда на очень короткое время переходит в режим мерцания. При дальнейшем увеличении сопротивления лампа начинает всё больше и больше времени мерцать, хаотически вспыхивая с разной яркостью. С моей точки зрения для гирлянды режим хаотического мерцания даже более интересен, чем просто мигание.

Теме мерцающих гирлянд журнал в своё время уделил внимание в статьях [2] и [3]. Предлагаемое устройство при соответствующей подборке резистора R2 позволяет добиться схожего эффекта. Конечно, по сравнению с "мигалками", описанными в [2] и [3], его возможности ограничены, но зато простота не идёт ни в какое сравнение.

Если использовать описанную "мигалку" именно в таком режиме, рекомендую уменьшить сопротивление резистора R2 до 100...150 кОм и включить последовательно с ним переменный резистор сопротивлением от 680 кОм до 1 МОм. Это позволит устанавливать режим мерцания по своему вкусу и оперативно изменять его.

Время, в течение которого тринистор открыт, задаёт резистор R1. К сожалению, изменять это время с его помощью можно только в сторону уменьшения, поскольку при увеличении его сопротивления свыше 75...100 кОм ток разрядки конденсатора становится слишком маленьким. Поэтому время, в течение которого тринистор открыт, в основном зависит от ёмкости конденсатора C1.

При указанных на схеме номиналах деталей гирлянда включается примерно на 1,5...2 с, а выключается на 2...2,5 с — продолжительность её свечения и длительность паузы почти одинаковы. Это вполне приемлемо. После увеличения ёмкости конденсатора C1 до 100 мкФ частота мигания, как и ожидалось, уменьшилась практически вдвое.

Рекомендую перед сборкой устройства на печатной плате собрать и отладить его на макетной плате, подобрав резисторы и конденсатор, обеспечивающие нужную частоту мигания лампы. Если в гирлянде несколько ветвей, то в каждую из управляющих ими "мига-

лок" рекомендую установить конденсаторы и резисторы разных номиналов, чтобы ветви мигали вразнобой.

Имейте в виду, что мигание начинается не сразу после включения. Если ёмкость конденсатора C1 47 мкФ, а сопротивление резистора R2 150...300 кОм, то время от включения в сеть до момента, когда гирлянда начинает мигать, достигает 4...5 с. При сопротивлении этого резистора 700...800 кОм задержка будет уже 10...11 с.

Поскольку в рассматриваемом устройстве благодаря диоду VD2 через гирлянду протекает ток только положительных полупериодов сетевого напряжения, яркость её свечения понижена. Это, впрочем, благотворно влияет на срок службы ламп. Если потребуется повысить яркость, диод можно заменить выпрямительным мостом. При двухполупериодном выпрямлении средний ток зарядки конденсатора C1, естественно, увеличится вдвое, что можно скомпенсировать таким же увеличением сопротивления резистора R2.

Схема такого варианта "мигалки" представлена на **рис. 3**. Эффект мерцания в этом варианте не проявился даже при увеличении сопротивления резистора R2 до 1,2 МОм. Длительность пауз при этом возросла до 5 с. Продолжительность вспышек не изменилась.

Поскольку главной задачей было изготовление миниатюрной "мигалки", в ней использованы малогабаритные детали. Тринистор PCR606 взят из исправного блока управления гирляндой китайского производства, в котором сгорели лампы. В таких блоках применяют и другие тринисторы, например, PCR406 или PCR806. Но их параметры очень близки, поэтому подойдёт любой исправный. Симметричный динистор DB3 или заменяющий его DB4 можно найти в электронном балласте неисправной компактной люминесцентной лампы.

Диоды 1N4007 взяты оттуда же. В качестве VD2 диод 1N4007 можно заменить практически любым выпрямительным с обратным напряжением не менее 400 В и выпрямленным током, не менее потребляемого гирляндой в момент включения (а он в несколько раз больше её рабочего тока), например, КД209А—КД209В. Для диода VD1 требования менее жёсткие: обратное напряжение — не менее 100 В, допустимый прямой ток — не менее 100 мА. Здесь подойдёт не только 1N4007, но и КД102А или КД102Б.

Выпрямительный мост КЦ407А можно заменить импортным, например, Z683 или MB10M. Они ещё более миниатюрны, да и найти их можно в электронных балластах люминесцентных ламп. Мост можно составить и из четырёх диодов 1N4007. Конденсатор C1 — малогабаритный, но с малым током утечки, иначе устройство может не заработать.

"Мигалка", собранная по схеме, изображённой на рис. 2, получилась довольно миниатюрной, её удалось собрать на плате размерами 20×17 мм. Корпус для неё изготовлен из колпачка от маркера подходящего диаметра, открытый торец которого залит термоклеем, что исключило возможность случайного прикосновения к деталям и проводам, находящимся под напряжением сети.

Поскольку все детали "мигалки" находятся под напряжением сети, при её налаживании требуется соблюдать осторожность. А ещё лучше, все эксперименты проводить, питая устройство через разделительный трансформатор. Его можно очень быстро изготовить из трансформатора ТС-180 или подобного от цветного телевизора. Соединив все имеющиеся вторичные обмотки этого трансформатора последовательно, можно получить изолированное от сети напряжение около 200 В, которого вполне достаточно для экспериментов. При самостоятельном изготовлении разделительного трансформатора не старайтесь делать его мощным и наматывать обмотки толстым проводом. Ведь его задача не только обеспечить гальваническую развязку с сетью, но и ограничить ток в цепи питания налаживаемой конструкции. Это убережёт многие детали от выхода из строя при ошибках в монтаже и замыканиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вазнин А.** Тринисторный переключатель... одной гирлянды... — Радио, 1979, № 11, с. 53.

2. Новогодние гирлянды. — Радио, 1975, № 11, с. 54, 55, 64.

3. **Межлумян А.** Переключатели гирлянд. — Радио, 1978, № 11, с. 50—52.

Устройство зависимого включения

С. ГЕРАСИМОВ, г. Стрый Львовской обл., Украина

Поводом для создания данного устройства стал опыт эксплуатации устройства зависимого включения с трансформатором тока, изготовленного по описанию в журнале (**Нечаев И.** Зависимое включение электро- и радиоприборов. — Радио, 2004, № 10, с. 42).

В моей ситуации ведущей нагрузкой был телевизор, а ведомой — AV-ресивер, DVD-плейер и спутниковый тюнер Globo 4100. Всё работало хорошо, поскольку загрузка тюнера проходила достаточно быстро и не раздражала. После замены спутникового тюнера на Gi E3HD ситуация изменилась к худшему. Дело в том, что новый тюнер работает на ОС Linux Enigma 2 и время загрузки составляет около минуты, что, во-первых, сильно раздражало, а во-вторых, настройки подключения к Интернету сбиваются после полного обесточивания тюнера. Поэтому было принято решение использовать тюнер в качестве ведущей нагрузки, так как просмотр телепередач осуществляется только со спутника, а телевизор используется как монитор.

Однако с трансформатором тока возникли сложности. Ток потребления тюнера (он питается от выносного сетевого адаптера) в режиме ожидания и в режиме работы отличается не более чем на 20 %. Настройка устройства была бы сложной и нестабильной в работе из-за перепадов напряжения в сети.

Поэтому для такого тюнера пришлось собрать устройство зависимого включения, работающее по другому принципу. В предлагаемом устройстве в качестве управляющего сигнала используется напряжение питания конвертера спутниковой антенны, которое в режиме работы составляет 14...18 В, а в режиме ожидания отсутствует. Схема устройства показана на **рис. 1**. Конвертер подключают через доработанный ВЧ-разветвитель A1. При вклю-

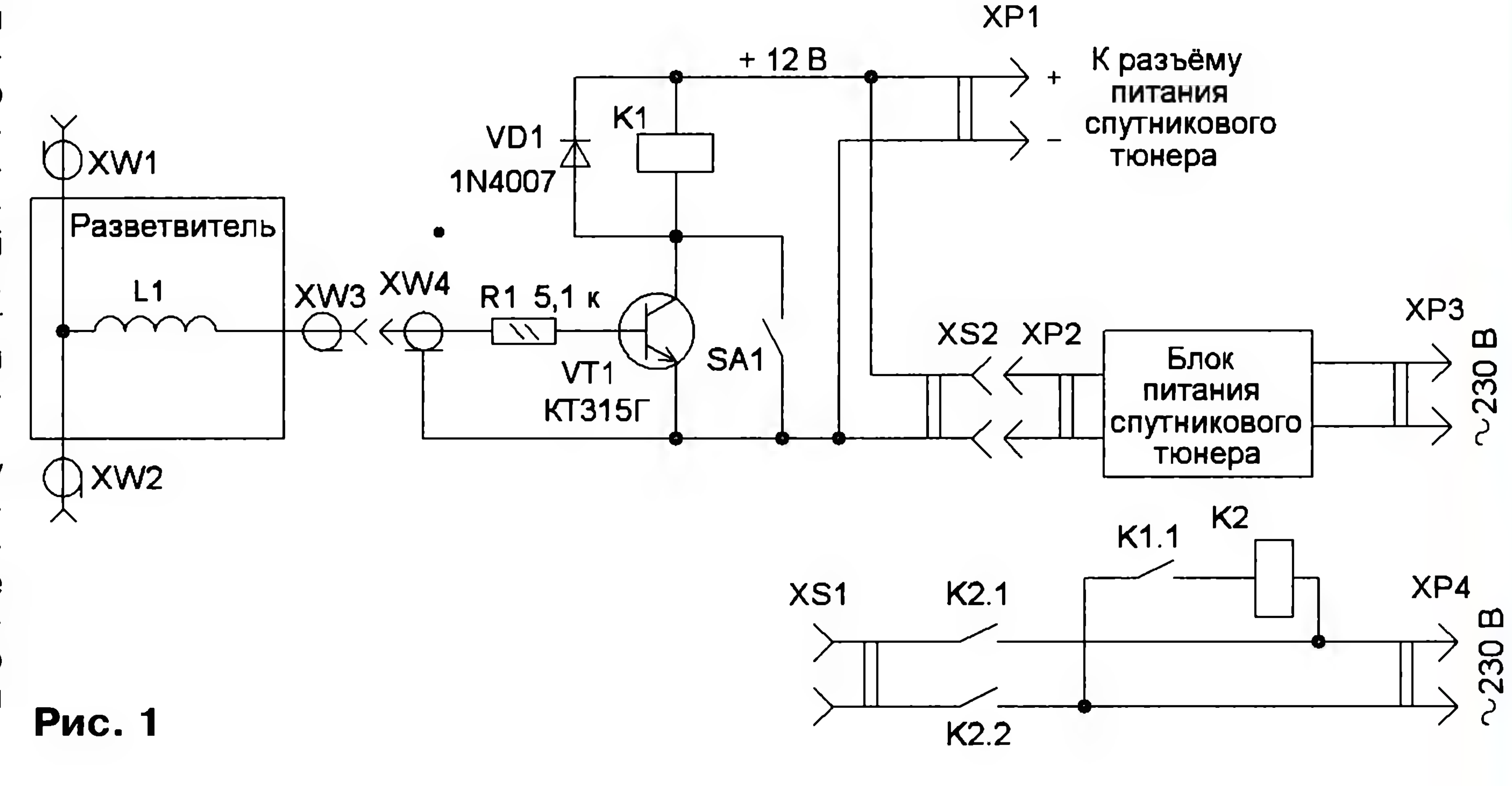


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2017

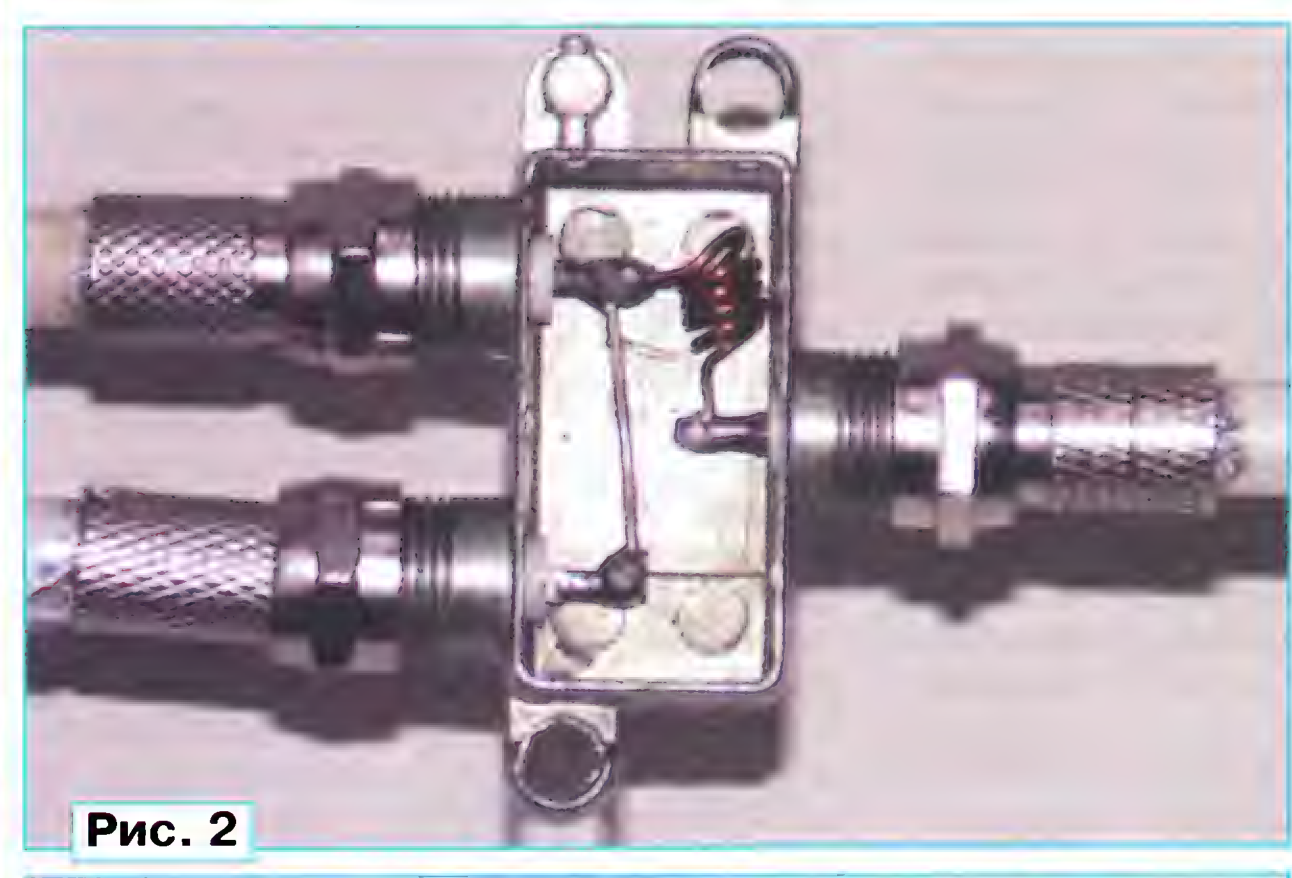


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

чении тюнера напряжение питания конвертера через дроссель L1, соединительный кабель и резистор R1 поступает на базу транзистора VT1. Он открывается, реле K1 срабатывает и своими контактами K1.1 подаёт сетевое напряжение на реле K2, которое, в свою очередь, через контакты K2.1 и K2.2 подаёт напряжение сети на ведомые нагрузки. Выключатель SA1 предназначен для принудительного включения устройства, что необходимо в режиме настройки тюнера или использования его в качестве медиаплейера. Питание устройства осуществляется через разъём XS2 от сетевого блока питания тюнера, питание на который поступает через разъём XP1. Таким образом, никаких изменений в конструкцию тюнера и блока питания вносить не нужно.

Разветвитель управляющего сигнала (**рис. 2**) включён в разрыв кабеля от тюнера к антенне. Конструктивно он изготовлен из обычного антенного разветвителя. Внутренние элементы удалены, а центральные контакты двух гнёзд соединены проволочной перемычкой. Дроссель L1 (4...5 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,3...0,4 мм на оправке диаметром 3 мм) одним концом припаян к перемычке, другим — к центральному контакту третьего гнезда. Остальные элементы (**рис. 3**) размещены в пластиковом корпусе подходящих размеров с крышкой. Монтаж элементов — навесной, на выводах реле. На боковой стенке установлено гнездо XS2, в крышке корпуса — розетки для подключения ведомых нагрузок (**рис. 4**).

Можно применить транзисторы серий КТ315, КТ503, PN2222, резистор — любой, диод — любой маломощный выпрямительный. Автор применил реле РЭС-22 (K1) с номинальным напряжением обмотки 12 В. Хотя оно и не рассчитано на работу при напряжении сети, но работает надёжно уже продолжительное время. Можно применить любое импортное малогабаритное реле с обмоткой на 12 В и контактами, рассчитанными для работы с сетевым напряжением. Реле K2 — промежуточное РП-21-003-УХЛ4-220 с катушкой, рассчитанной для работы от сети. Выключатель SA1 может быть любым малогабаритным, например МТ-1. Мощность ведомых нагрузок ограничена допустимыми токами контактов реле K2 (в данном случае 5 А) и ограничена значением 1100 Вт. В случае необходимости мощность ведомых нагрузок можно увеличить, применив дополнительный магнитный пускатель. Устройство используется несколько лет, и нареканий на его работу нет.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Способ размагничивания инструмента

Е. ШАТОХИН, г. Санкт-Петербург

В радиолюбительской практике часто бывают случаи намагничивания металлического инструмента: отвёрток, пинцетов и пр. Обычно инструмент размагничивают, воздействуя на него переменным магнитным полем.

Сейчас у многих в эксплуатации находятся различные магнитотерапевтические приборы, которые можно использовать не только по прямому назначению. Я, например, применяю портативный аппарат низкочастотной магнитотерапии МАГ 30 не только для лечения, но и для размагничивания инструмента.

Процесс размагничивания очень прост. К лежащему на столе намагниченному инструменту следует поднести включённый аппарат магнитотерапии. Расстояние от инструмента до рабочей поверхности аппарата — приблизительно один сантиметр. Время работы — около одной минуты.

В принципе, для размагничивания инструмента можно использовать любой прибор магнитотерапии, создающий переменное магнитное поле.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Акустическая приставка к цветному телевизору с подключением по видеовходу

Н. ПИНАЕВ, г. Верещагино Пермского края

В моей статье "Акустическая приставка к цветному телевизору" ("Радио", 2012, № 7, с. 9, 10) было описано устройство, создающее на телевизионном экране световые эффекты в такт звуковому сопровождению передачи, которое следовало подключать к входам видеоусилителей каналов R, G и B цветного телевизора. Такой способ подключения создаёт ряд неудобств, так как приходится снимать заднюю стенку телевизора. После этого необходимо ещё найти внутри видеоусилители, которые могут быть расположены как на плате кинескопа, так и, например, в видеопроцессоре. Чтобы этого не делать, предлагаю акустическую приставку, подключаемую к видеовходу телевизора. Она создаёт на его экране световые эффекты в виде изменения яркости отдельных участков телевизионного изображения в зависимости от его звукового сопровождения. Её можно использовать для просмотра музыкальных программ.

Схема приставки показана на **рис. 1**. Сигнал левого стереоканала звукового сопровождения телевизионной передачи поступает на разъём XW1 приставки. Он проходит через резистор R1 и конденсатор C2 на усилитель на транзисторе VT1. С коллектора этого транзистора сигнал поступает на детектор из диода VD1 и сглаживающего конденсатора C3, на котором выделяется напряжение, пульсирующее в такт с изменениями амплитуды исходного сигнала.

Через резистор R4 оно поступает на базу транзистора VT2, открывая его. При этом транзистор VT3 закрывается и напряжение на его коллекторе растёт.

С коллектора транзистора VT3 усиленный сигнал поступает на пиковый детектор на диоде VD2 и конденсаторе C4. Напряжение с выхода детектора через резистор R8 открывает транзистор VT4. Поскольку коллектор этого транзистора через резистор R9 соединён с цепью аналогового видеосигнала (разъёмы XW3 и XW6), открываясь, транзистор шунтирует эту цепь, уменьшая этим уровень видеосигнала, поступающего на входы телевизора. В результате яркость отдельных участков телевизионного изображения меняется в такт звуковому сопровождению.

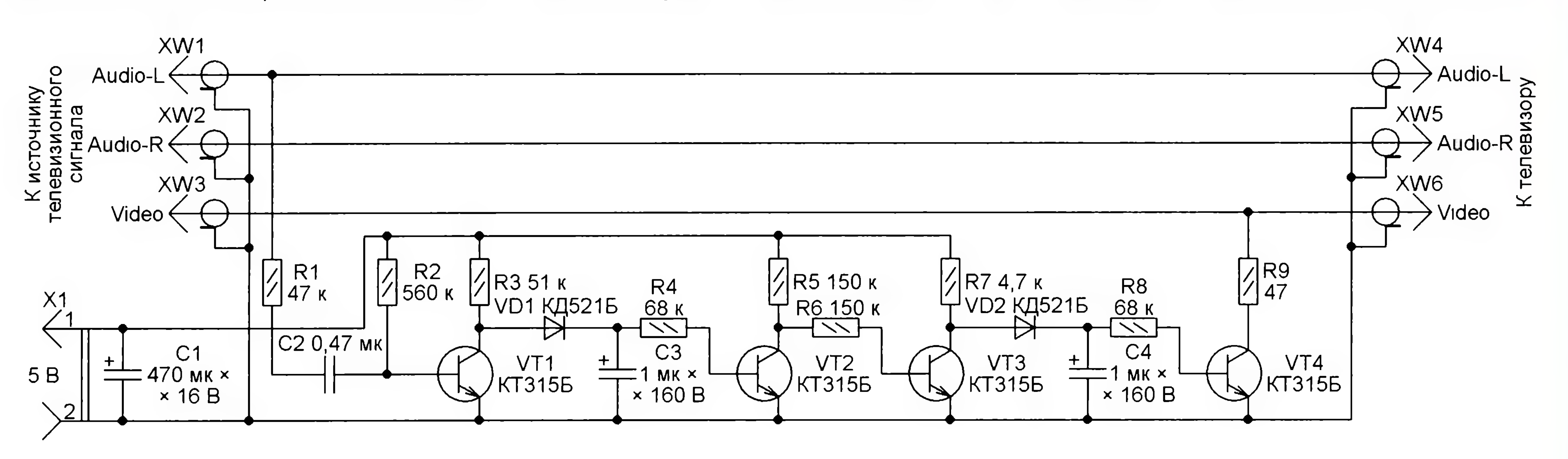


Рис. 1

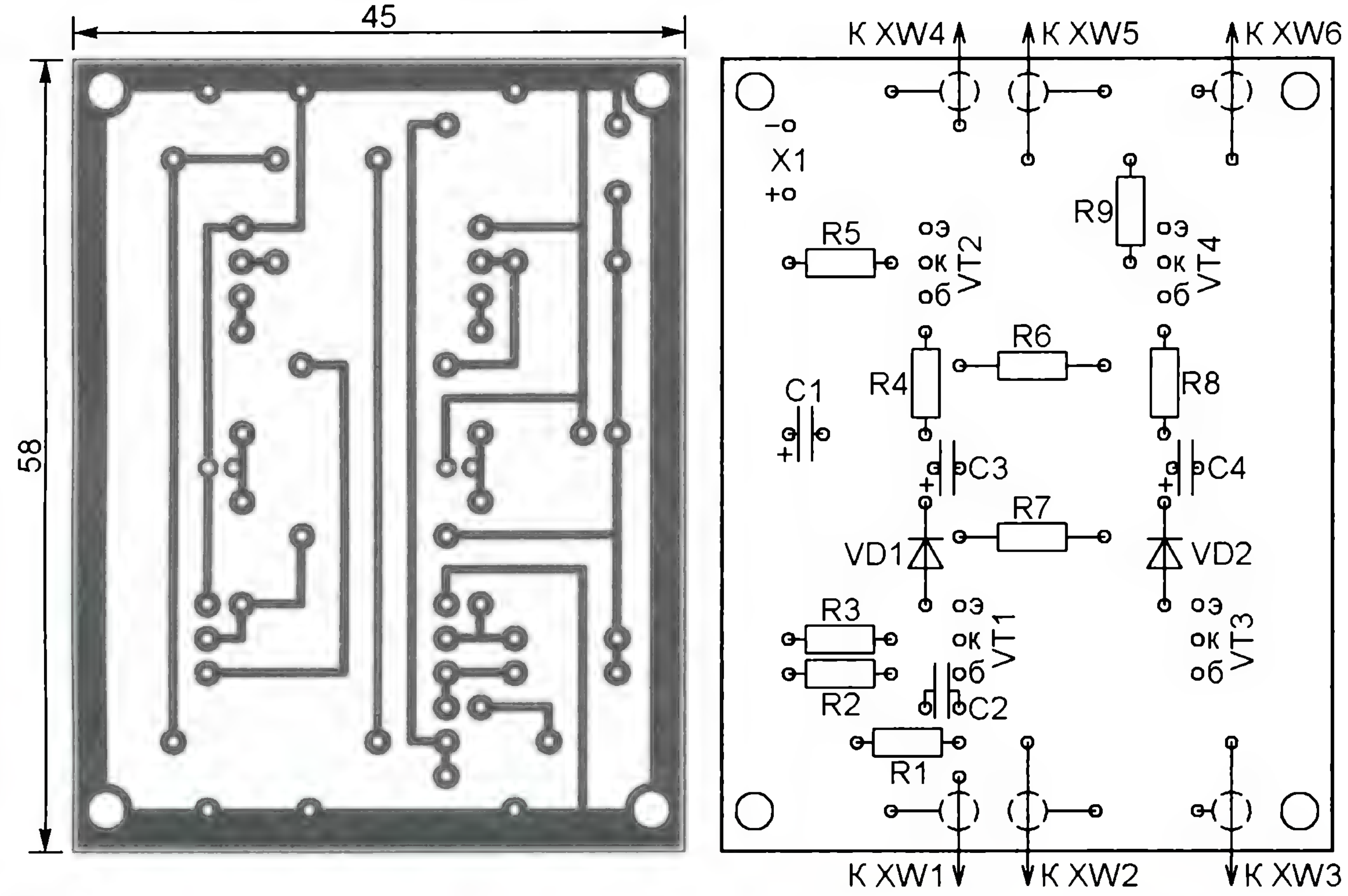


Рис. 2

Чертёж печатной платы приставки и расположения деталей на ней показан на **рис. 2**. Плата помещена в корпус подходящих размеров, из которого выпущены кабели с разъёмами XW1—XW6 (**рис. 3**). Приставку питают от любого сетевого адаптера, обеспечивающего постоянное напряжение 5 В. Потребляемый ток не превышает нескольких миллиампер.

Подключают акустическую приставку к соответствующим разъёмам источника телевизионного сигнала (например, спутникового ресивера или проигрывателя DVD) и телевизора. Сигнал правого стереоканала звукового сопровождения в приставке не используется, он просто проходит с разъёма XW2 на разъём XW5. Если звуковое сопровождение монофоническое, эти разъёмы можно никуда не подключать. Для получения максимальной выразительности эффектов необходимо подобрать оптимальный уровень звукового сигнала, поступающего на приставку.



Рис. 3

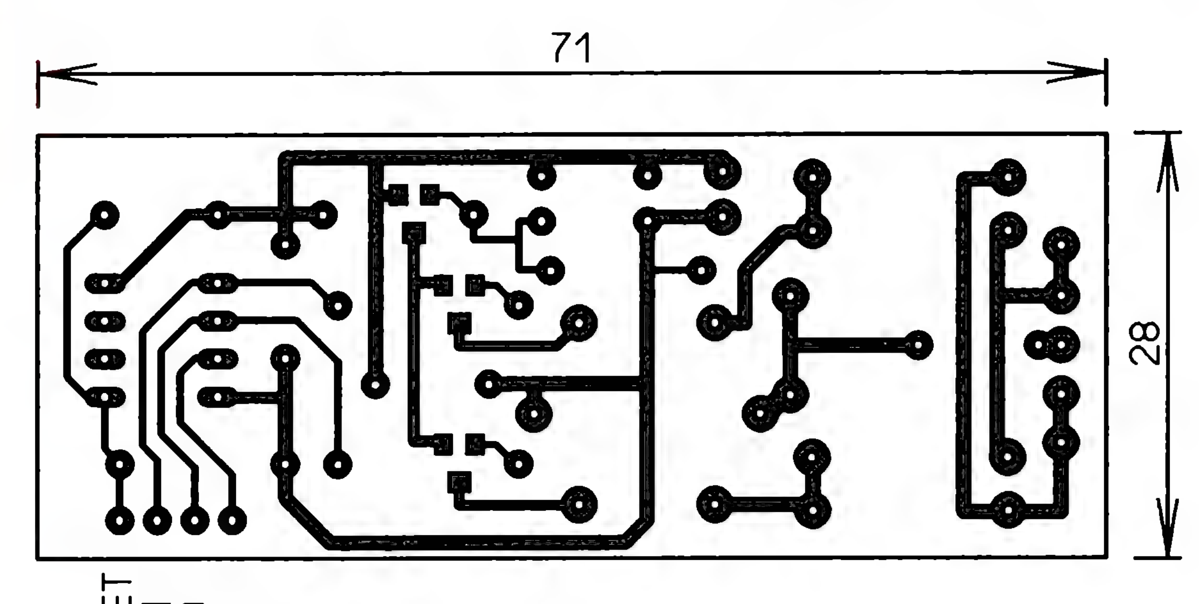
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

САЛИМОВ Н. Маломощный двухполярный преобразователь напряжения. — Радио, 2017, № 10, с. 15, 16.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов с монтажом в отверстия приведены на **рис. 1**, а на **рис. 2** показано расположение транзисторов VT1—VT3 со стороны печатных проводников. На плате установлен дополнительный блокировочный конденсатор C4' ёмкостью 100 нФ. Вместе со штатным C4 он снижает уровень помех на выводах питания микроконтроллера DD1 от работы преобразователя. Конденсаторы C1, C4, C4' — керамические, например, К10-17б, КМ5, КМ6 или импортные. Конденсаторы C5, C6 — К53-1, К53-14, К53-18, К53-20 (или подобные импортные) с любыми буквенными индексами и номинальным напряжением не менее 20 В. Резисторы — С2-23, МЛТ или импортные.



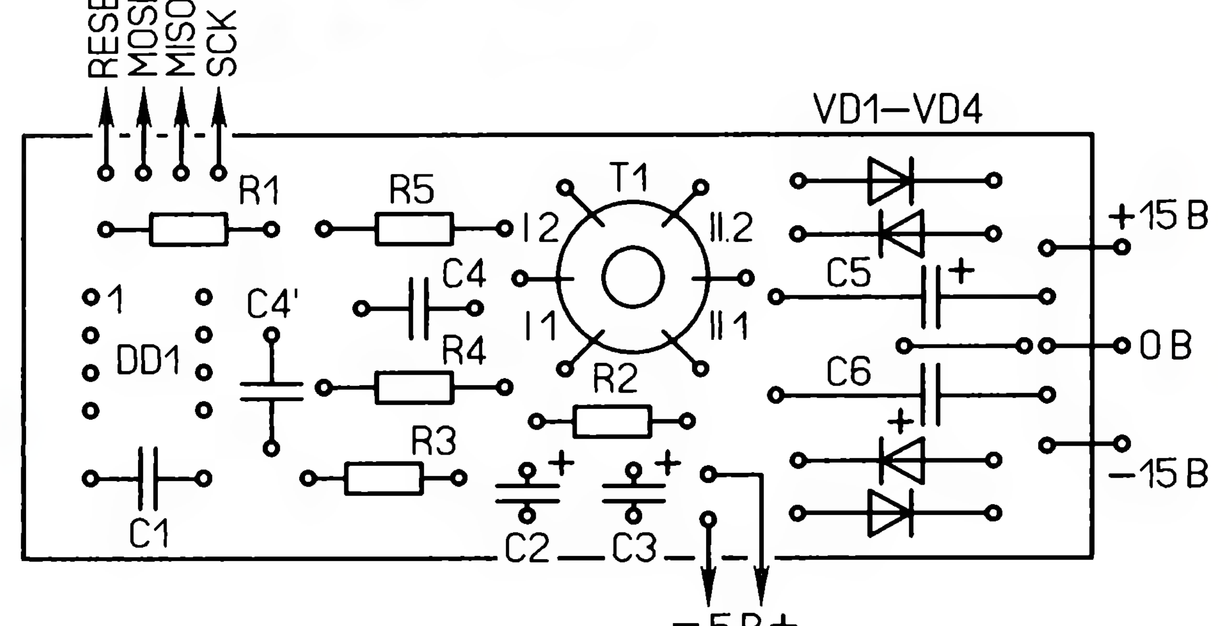


Рис. 1

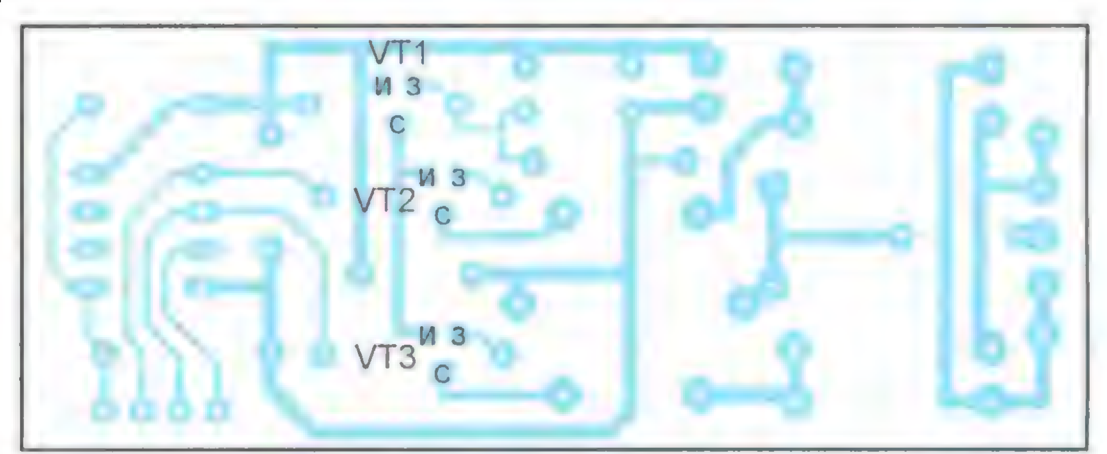


Рис. 2

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/mpn.zip** на нашем FTP-сервере.

ВИШНЕВСКИЙ А. Индикатор отклонения сетевого напряжения. — Радио, 2017, № 11, с. 43.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта печатной платы устройства для корпуса прямоугольной формы и расположение элементов с монтажом в отверстия приведены на **рис. 3**. На плате размещены все элементы, кроме сетевой вилки XP1 и светодиодов HL1, HL2. В целях удобства разводки ОУ DA1.1 и DA1.2, а также резистор R5 и цепь R1C2 поменяли местами. Диодный мост VD3 составлен из отдельных диодов 1N4007.

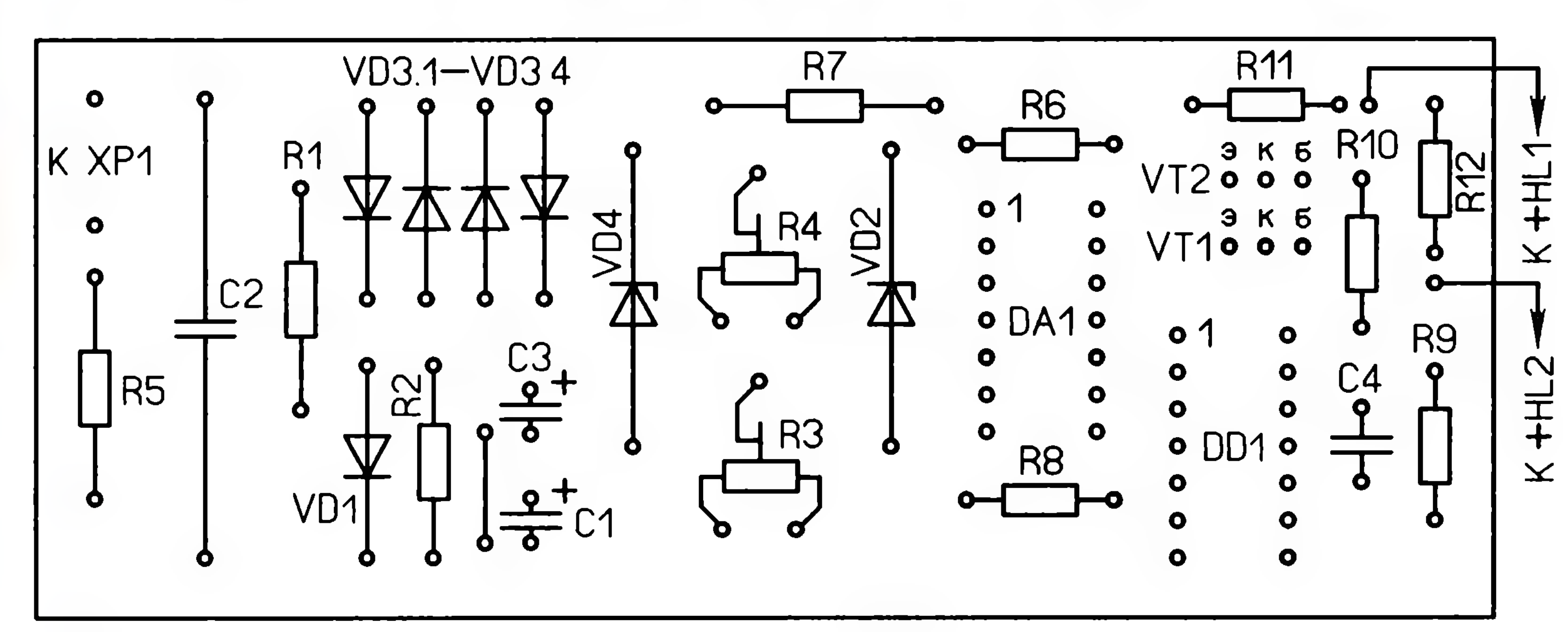


Рис. 3

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/ind.zip** на нашем FTP-сервере.

ГЛИБИН С. Комбинированный термометр. — Радио, 2017, № 10, с. 40—42.

Печатная плата.

Файлы с чертежами печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/term.zip** на нашем FTP-сервере.

О цепи C6R7.

Дифференцирующую цепь C6R7 можно исключить, подав импульсы обнуления на входы R счётчиков DD5—DD7 с выхода дифференцирующей цепи C4R4. Сопротивление резистора R4 при этом следует уменьшить до 47 кОм.

О калибровке.

При установке двух терморезисторов (датчиков) — встроенного и выносного — термометр сначала калибруют с выносным датчиком. Идентичности показаний датчиков добиваются подбором ёмкости конденсатора, примерно равной ёмкости экранирующего провода — 50...60 пФ, подключив его параллельно встроенному датчику.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

РЕДЬКИН П. Частотомер на ПЛИС. — Радио, 2016, №9, с. 29—33.

На с. 33 в верхней строке второй колонки вместо "на частоте 100 Гц..." следует читать "на частоте 100 МГц...".

Простейшее охранное устройство

А. ЕКИМОВ, с. Омутинское Тюменской обл.

Чтобы в какой-то степени оградить своё жильё и имущество от посягательств, необязательно приобретать дорогостоящую аппаратуру, заниматься установкой сложной охранной системы сигнализации или обращаться к вневедомственной охране, особенно если у вас нет на это средств или времени, а вы хотите отвадить воришек таскать из поленницы дрова или с грядок картошку.

Рис. 1

Думаю, не стоит прибегать к экспериментам, описанным в рассказе Михаила Зощенко, где хозяин поленницы закладывал в поленья патроны, или ограждать свою дачу проводами с подведённым напряжением. Последствия вам известны.

Цель примитивных охранных устройств — просто отпугнуть непрошенных гостей.

Один из самых простых и недорогих оберегов — муляж видеокамеры с мигающим светодиодом (**рис. 1**). Непрошенный гость не будет вдаваться в подробности, ведётся видеозапись или нет, и поэтому, скорее всего, просто развернётся и покинет вашу территорию.

Корпус "видеокамеры", установленной снаружи дома или дачи, можно использовать покупной или изготовить самому, дополнив установкой мигающего светодиода, аккумулятором от сотового телефона и старым зарядным устройством от того же сотового телефона.

В таком охранном устройстве можно, конечно, применить мигающий светодиод, но нетрудно собрать генератор импульсов для питания обычного светодиода. Схема такого генератора показана на **рис. 2**. Он представляет собой симметричный мультивибратор на транзисторах VT1 и VT2 с частотозадающими RC-цепями. В коллекторную цепь транзистора включён индикаторный светодиод HL1, резистор R6 — токоограничивающий.

Для питания применено зарядное устройство телефона, от которого заряжается аккумулятор G1 также от сотового телефона. При отсутствии сетевого напряжения источником питания служит аккумулятор.

В устройстве можно применить резисторы МЛТ, С2-23, конденсаторы — К50-35 или импортные, транзисторы — любые из серий КТ315, КТ312, КТ3102. Светодиод можно применить любой маломощный любого свечения. Большинство деталей размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 3**.

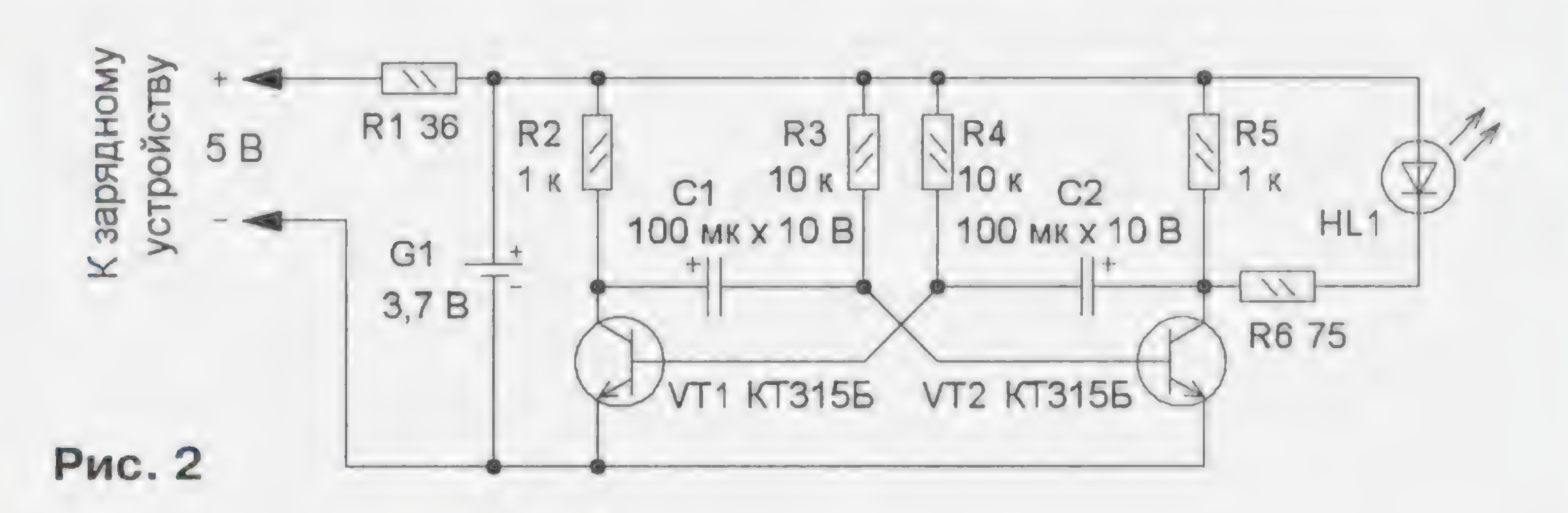


Рис. 2

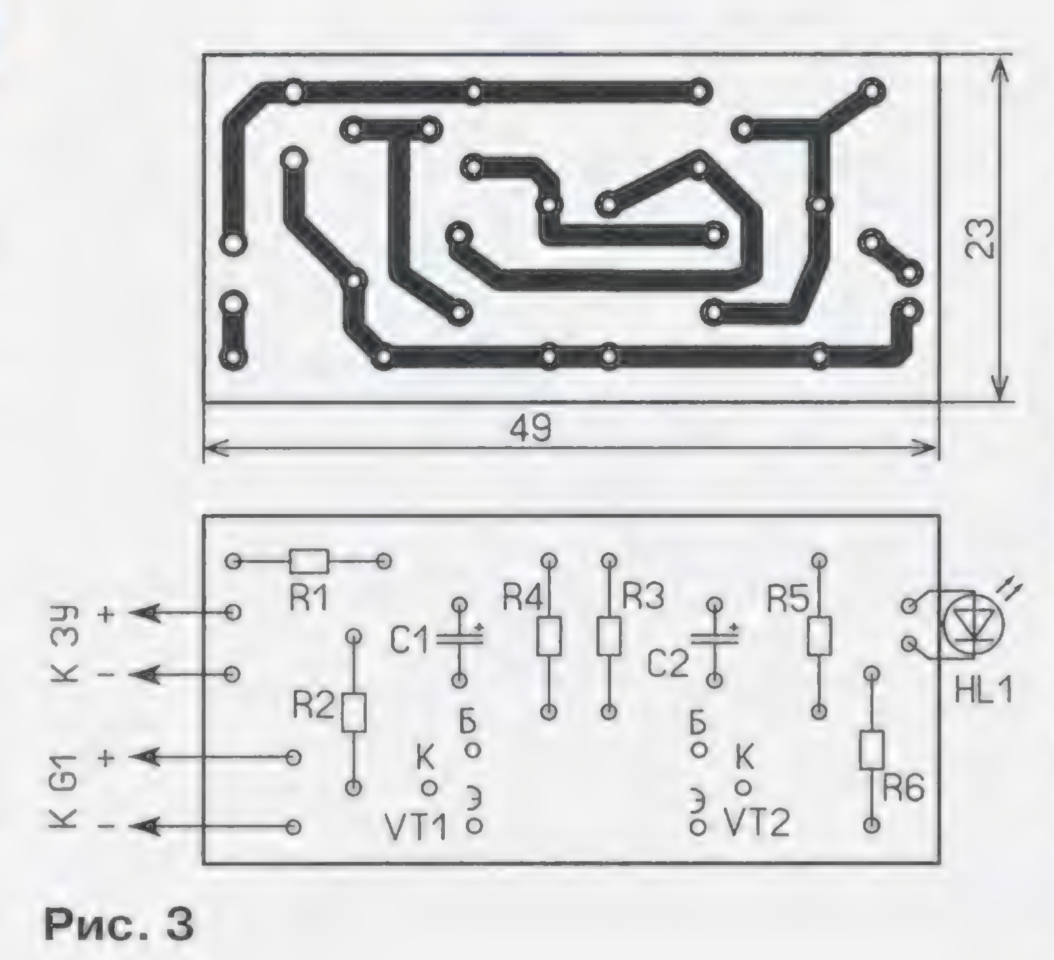


Рис. 3

Налаживания не требуется, но при желании частоту мигания светодиода можно изменить подборкой конденсаторов С1 и С2. При уменьшении их ёмкости частота вспышек увеличивается. Рядом с установленным муляжом видеокамеры на стекле окна или стене можно поместить наклейку с надписью "Внимание! Ведётся видеонаблюдение".

Звуковой сигнализатор в блоке питания

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

При эксплуатации лабораторного блока или другого блока питания может быть полезен звуковой сигнализатор, который подаёт сигнал при включении и выключении блока или при возникновении аварийного режима, например, от короткого замыкания. Если в готовом блоке питания такой функции нет, её можно ввести, собрав несложный сигнализатор, описание двух вариантов которого предлагается вниманию читателей. При этом доработки самого блока питания не потребуется.

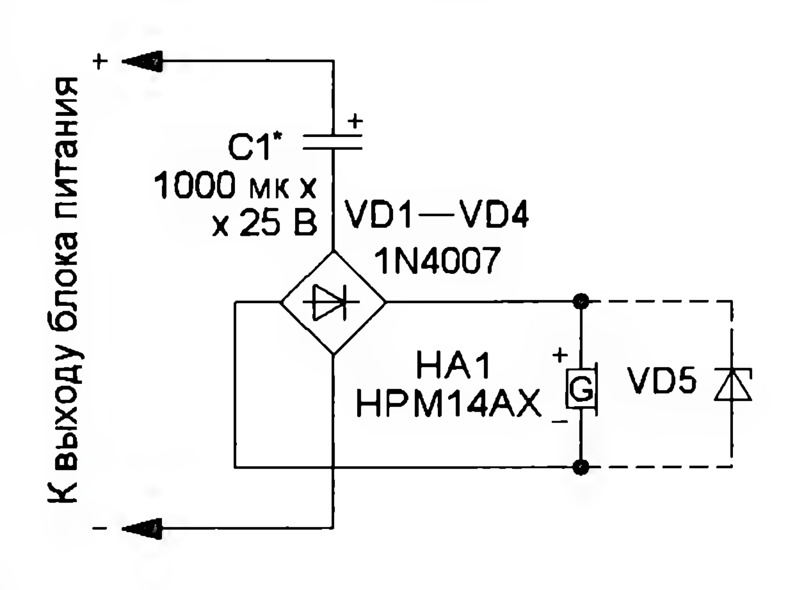


Рис. 1

Схема однотонального сигнализатора показана на **рис. 1**. В его состав входят накопительный конденсатор C1, диодный мост VD1—VD4 и акустический излучатель HA1 со встроенным генератором. Подключить сигнализатор можно к выходу стабилизатора напряжения сетевого блока питания. После подачи сетевого напряжения на выходе блока появится постоянное напряжение и начнётся зарядка конденсатора C1 через диодный мост VD1—VD4 и акустический излучатель HA1. При этом на излучателе появится питающее напряжение, он начнёт работать, подавая сигнал. По мере зарядки конденсатора напряжение на излучателе уменьшается и сигнал плавно затихает. При выключении блока питания напряжение на его выходе уменьшается и начинается разрядка конденсатора. На излучателе появится напряжение, и он начнёт работать — зазвучит звуковой сигнал. Если возникнет авария, например, появится короткое замыкание, сигнализатор также подаст кратковременный сигнал.

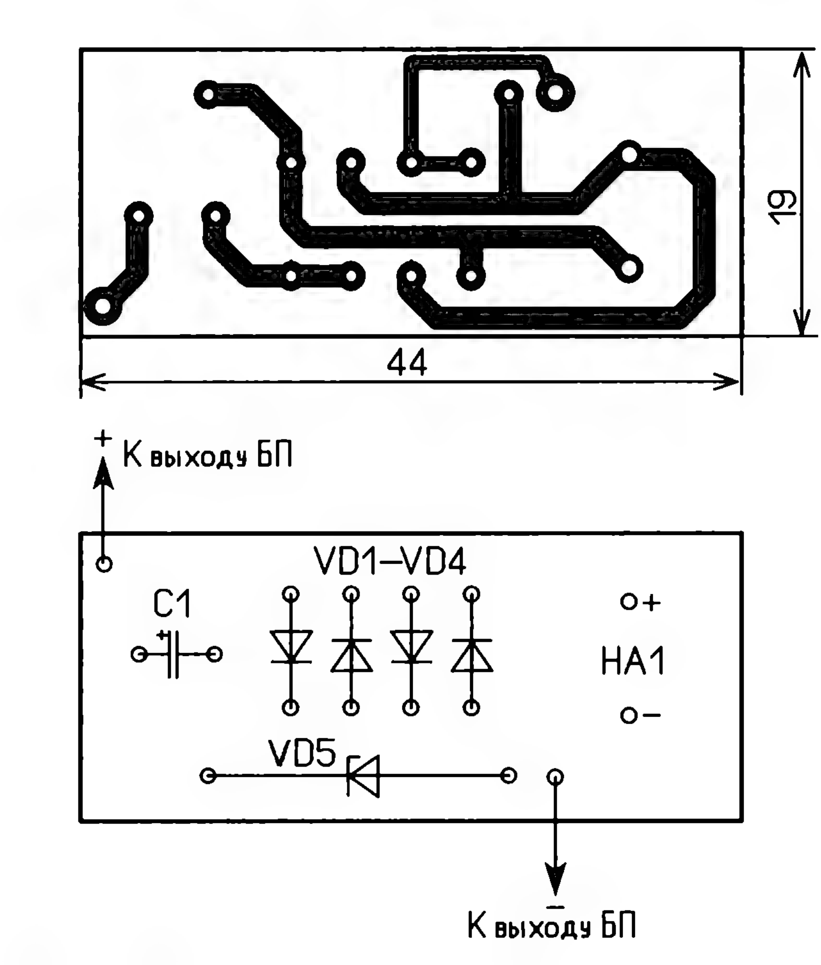


Рис. 2

Громкость сигнала зависит от напряжения на акустическом излучателе, которое, в свою очередь, определяется выходным напряжением блока питания и скоростью его изменения. Продолжительность сигнала зависит от времени зарядки конденсатора C1 и определяется как его ёмкостью и током, потребляемым излучателем, так и напряжением блока питания и скоростью его изменения. Так, например, чем медленнее изменяется выходное напряжение блока питания, тем меньше громкость и больше продолжительность сигнала. С увеличением ёмкости конденсатора C1 в первую очередь растёт продолжительность сигнала. Поэтому самый громкий сигнал будет при возникновении КЗ на выходе блока питания, когда напряжение резко уменьшается.

Все детали можно разместить на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**. В устройстве следует применить конденсатор с номинальным напряжением, превышающим выходное напряжение блока питания. Диоды — любые маломощные выпрямительные. В сигнализаторе следует применить акустический сигнализатор с большим интервалом питающего напряжения. Кроме указанного на схеме HPM14AX с интервалом напряжения 3...16 В, подойдут, например, HPM24AX (3...16 В), HPM24BX-1



Рис. 3

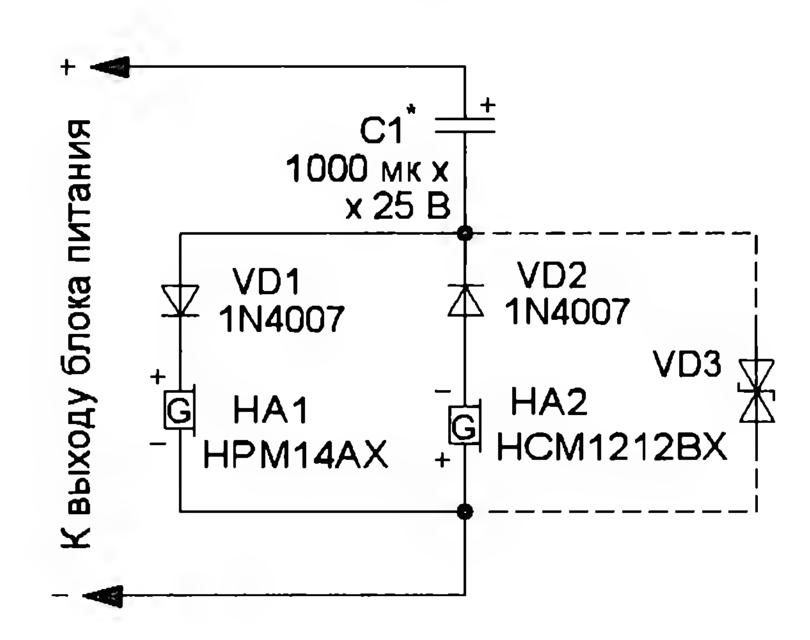


Рис. 4

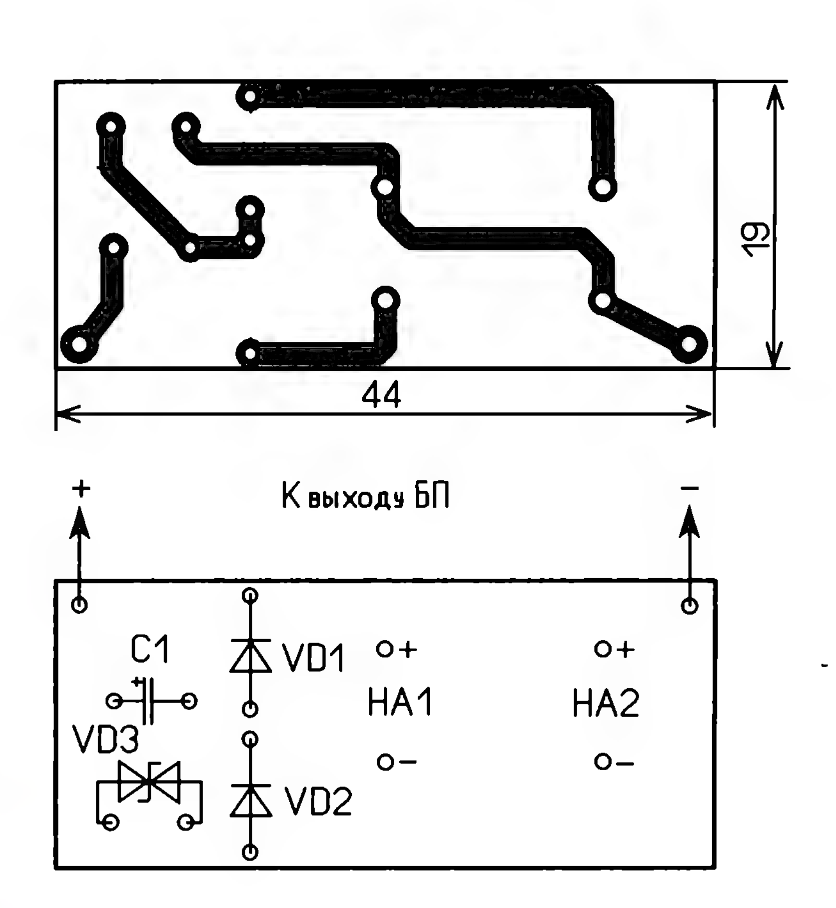


Рис. 5

(3....20 В), SMA13 (1,5....24 В). Если максимальное напряжение питания акустического излучателя меньше выходного блока питания, на плату надо установить стабилитрон VD5 с соответствующим напряжением стабилизации. Продолжительность сигнала при этом уменьшится. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. Налаживание сводится к подбору конденсатора C1.

Чтобы сделать устройство двухтональным, в нём следует применить два акустических сигнализатора с разной частотой генерации. Схема такого варианта устройства показана на **рис. 4**. В нём при зарядке и разрядке конденсатора напряжение поступает на разные излучатели. При зарядке — на излучатель HA1, при разрядке — на HA2. Поэтому при включении блока питания будет звучать сигнал одного тока (например, высокого), а при выключении — другого (например, низкого). В данном случае частота излучателя HPM14AX — 4900 Гц, а излучателя HCM1212BX— 2300 Гц. Желательно, чтобы разница частот была как можно больше. Чертёж печатной платы для этого варианта устройства показан на **рис. 5**, а внешний вид смонтированной платы — на **рис. 6**.



Рис. 6

При использовании акустических излучателей большего размера топологию и размеры печатной платы потребуется изменить. Плату сигнализатора размещают внутри блока питания так, чтобы излучатели располагались напротив отверстий в корпусе блока. Соединения проводят отрезками изолированного монтажного провода.



Светодиодный куб 4×4×4 на Arduino

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

В интернет-магазинах по доступной цене можно приобрести модуль управления светодиодной матрицей 8×8, собранный на микросхеме MAX7219 (**рис. 1**). Его можно использовать для совместной работы с Arduino. Такой модуль, используя всего три сигнальных вывода платы, позволяет управлять светодиодной матрицей из 64 (8×8) светодиодов.



Рис. 1

Дополнительные функции по управлению такими модулями даёт библиотека LedControl, автором которой является Эбехард Фэйл. Совместное использование библиотеки и модулей расширяет возможности Arduino UNO. Библиотека поддерживает работу до восьми последовательно соединённых модулей, позволяя параллельно подключать несколько таких цепочек. Это широко используется любителями при построении различных информационных табло и бегущих строк. Однако не



Рис. 2

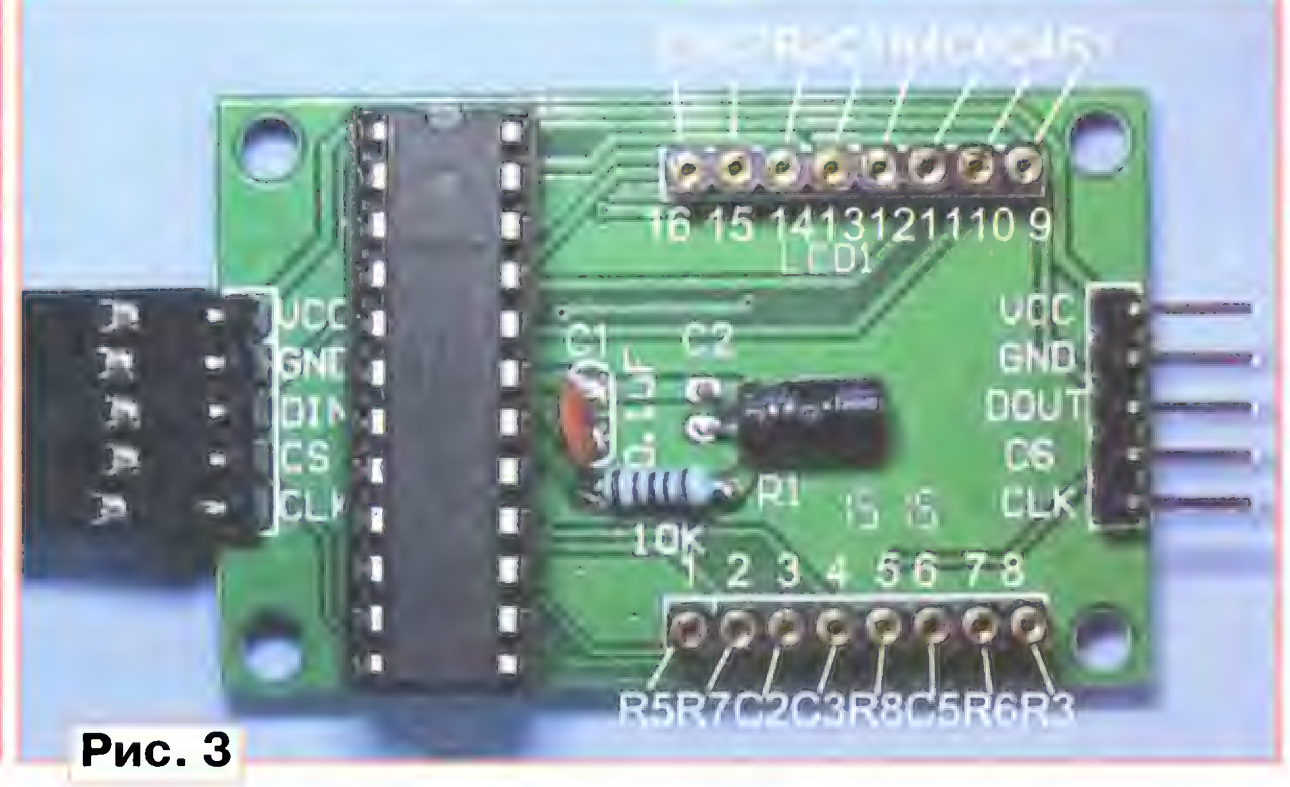


Рис. 3

менее интересным является создание с помощью этого модуля и светодиодов трёхмерных анимационных эффектов. Об управлении с помощью модуля на MAX7219 светодиодной 3D-матрицей 4×4×4 и пойдёт речь в статье.

На **рис. 2** изображена конструкция светодиодного автоматического переключателя световых эффектов. Автомат перебирает в цикле восемь программ переключения светодиодов. Использование Arduino позволяет гибко менять их число и содержание, открывая простор для творчества.

Изготовление устройства удобнее начать с самого куба и его подключения к модулю. Сначала с платы модуля надо удалить светодиодную матрицу, для этого её надо аккуратно поддеть отвёрткой. В результате освободятся разъёмы для подключения матрицы. Условная нумерация контактов модуля показана на **рис. 3**. Именно через них на светодиодную матрицу 8×8 поступает питающее напряжение. На этом же рисунке указаны выводы светодиодного куба, к которым подключают контакты модуля. Через контакты C1—C8 высокий уровень напряжения поступает на столбцы матрицы, а через R1—R8 — низкий уровень на строки. Например, чтобы включить левый нижний светодиод (см. рис. 1), нужно подать на вывод C1 логическую единицу, на вывод R1 — ноль. Выводы R образуют ряды, выводы C — столбцы. К первым выводам подключаются все катоды светодиодов, ко вторым — аноды.

Рис. 4

Рис. 5

Конструктивно куб (**рис. 4**) состоит из четырёх одинаковых слоёв по 16 светодиодов в каждом. Схема одного слоя показана на **рис. 5**. В авторском варианте применены индикаторные светодиоды красного цвета свечения с диаметром корпуса 5 мм. Каждый слой монтируется с помощью пластины—шаблона. Она изготовлена из листовой пластмассы толщиной 2...3 мм или толстого картона, её размеры — 80×80 мм. В ней просверлены 16 отверстий диаметром 5 мм с шагом 20 мм. В отверстия вставляют светодиоды, аккуратно изгибают выводы (**рис. 6**) и производят их пайку в соответствии со схемой слоя. Удобнее производить соединения, например, в последовательности HL1, HL5, HL9, HL13. После последовательной сборки слоёв приступают к монтажу куба. Для этого потребуются восемь стоек из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита шириной 5 мм и длиной 60 мм каждая. Они будут обеспечивать механическое крепление и электрическое соединение слоёв в единый куб. Выводы катодов верхних двух слоёв (см. рис. 4) попарно припаивают к внешней стороне (по рис. 4) каждой стойки, нижних двух слоёв — к внутренней стороне. Аноды (выводы) первого и третьего слоёв (отсчёт сверху) соединяют с внешней стороной стоек, второго и четвёртого слоёв — с внутренней. Внизу, к каждой стойке, припаивают двухконтактный разъём, для соединения с платой модуля в соответствии с рис. 3, рис. 4 и рис. 5.

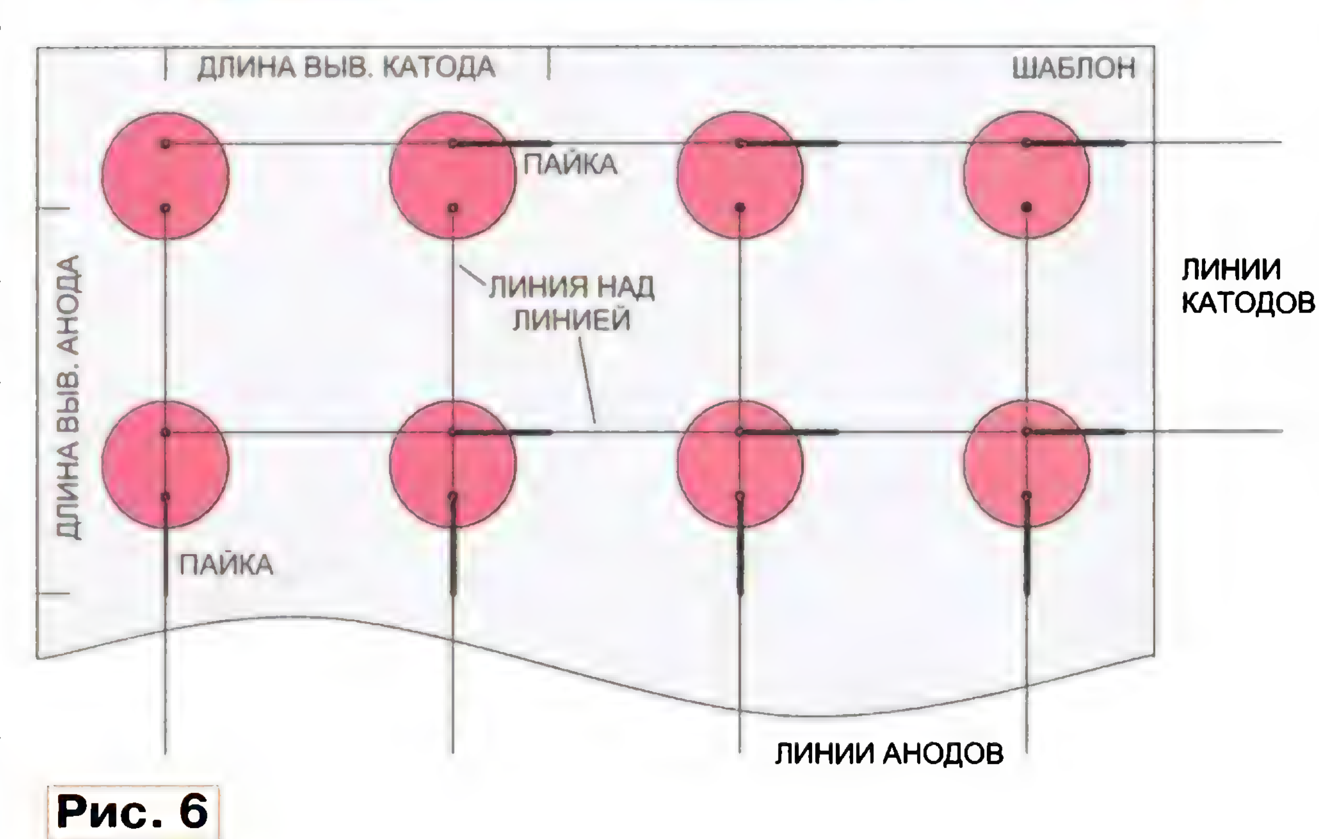


Рис. 6

Далее собирают устройство в соответствии с **рис. 7**. Модуль A2 соединяют с кубом, состоящим из четырёх слоёв A3—A6. Дополнительный модуль A7 (модуль на MAX7219 со светодиодной матрицей 8×8) позволяет визуально контролировать при самостоятельном программировании соответствие двухмерной и трёхмерной картинки свечения светодиодов в кубе и матрице. После окончания программирования этот модуль удаляют. Питают конструкцию при настройке от компьютера, при эксплуатации — от внешнего источника напряжением 7...12 В при токе до 500 мА.

Библиотека LedControl не встроена в Arduino IDE, поэтому её нужно найти и установить на свой компьютер. Для этого в поисковую строку записывают "Библиотека LedControl, ZIP архив скачать" и устанавливают её после скачивания из Arduino IDE (**рис. 8**). Её название должно появиться внизу выпадающего списка.

Далее рассмотрим основные моменты использования библиотеки и функции применительно к скетчу для светодиодного куба. Строка **#include "LedControl.h"** в начале скетча указывает на необходимость использования данной библиотеки. Строка **LedControl LC = LedControl(12, 11, 10, 2);** создаёт в программе объект класса для двух индикаторов — куба и плоской матрицы. Аргументы в скобках задают номера выходов платы и соответственно порядок подключения входов модуля. Первый — DIN, второй — CLKC, третий — CS. Четвёртый аргумент указывает число используемых индикаторов (в нашем примере их два).

Затем следует команда **LC.shutdown (0, false);**, которая выключает индикатор под номером 0 (нумерация начина-

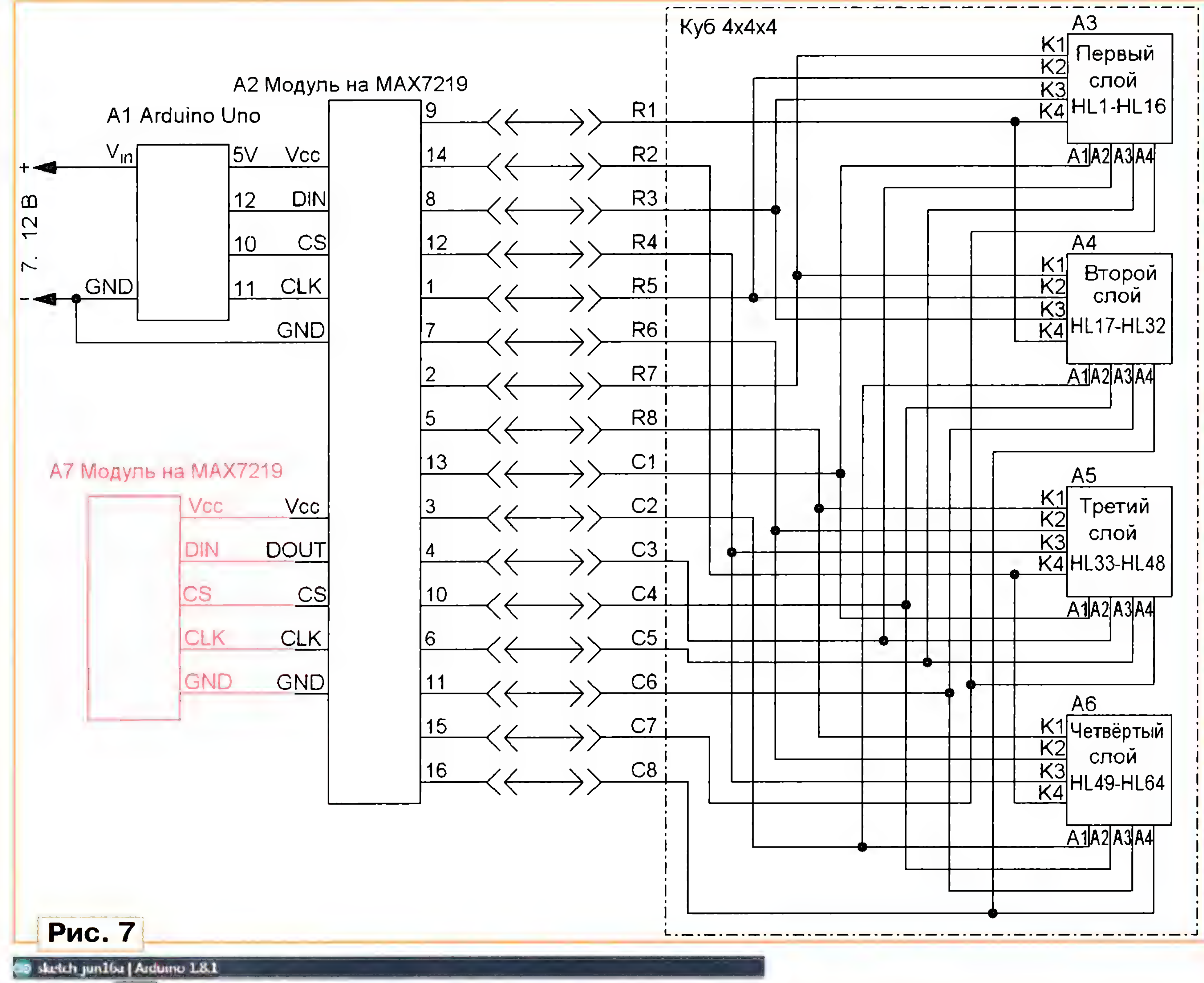


Рис. 7

```
sketch_jun16a | Arduino 1.8.1
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Проверить/Компилировать   Ctrl+R
Загрузка                  Ctrl+U
Загрузить через программатор  Ctrl+Shift+U
Экспорт бинарного файла   Ctrl+Alt+S
Показать папку скетча     Ctrl+K
Подключить библиотеку
Добавить файл...

Управлять библиотеками...
Добавить .ZIP библиотеку...
Bridge
EEPROM
Esplora
Ethernet
Firmata
HID
Keyboard
Mouse
Robot Control
Robot IR Remote
Robot Motor
SD
SPI
Servo
SoftwareSerial
SpacebrewYun
Temboo
Wire
Adafruit Circuit Playground
GSM
LedControl

//программа для LED КУБА вместо светодиодной матрицы
#include "LedControl.h"//подключаем данную библиотеку
int i=0;int j=0;int k=1;

LedControl LC = LedControl(12, 11, 10, 2);// создаём
// при этом выводы 12-DIN 11-CLK 10-CS //

void setup()
{
  LC.shutdown(0, false);//выключаем энергосберегающий
  LC.setIntensity(0, 12);// устанавливаем интенсивнос
  LC.clearDisplay(0);//очищаем матрицу 1
  LC.shutdown(1, false);//выключаем энергосберегающий
  LC.setIntensity(1, 4);// устанавливаем интенсивност
  LC.clearDisplay(1);//очищаем матрицу 2
}

void loop()
{
 /////////////// ПОСТРОЧНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ ВСЕХ СВЕТОДИОДО
  for (i=0;i<=7;i++) //цикл в цикле для перебора эле
  {
  for (j=0;j<=7;j++)
   {
    LC.setLed(1, i, j,1); LC.setLed(0, i, j, 1); dela
   }
  }
```

Рис. 8

ется с 0 и заканчивается цифрой 7) из режима экономии энергии. Команда **LC.setIntensity(0, 12);** устанавливает яркость свечения в 12 единиц (яркость условно разбита на 16 уровней с нумерацией от 0 до 15 по возрастанию). Команда **LC. clearDisplay(0);** очищает экран, гасит все пиксели матрицы под номером 0. Так происходят начальные установки для куба. Аналогичные процедуры реализуются для второго индикатора под номером 1.

Далее в основной части цикла, например, внутри фрагмента //**построчное включение всех светодиодов**//, происходит постоянный перебор элементов массива значений и включение соответствующих точек матрицы. Два счётчика **j** и **i** обеспечивают смену переключения по схеме "цикл в цикле". Команда **LC.setLed (0, i, j, 1);** включает светодиод столбца под номером **j** и строки под номером **i**, индикатора под номером 0 (нумерация строк и столбцов также идёт от 0 до 7). Аналогично команда **LC.set Led(1, i, j, 1);** включает светодиоды индикатора под номером 1. Такое состояние сохраняется в течение 100 мс (команда **delay(100);**), затем происходит переход к следующему светодиоду.

Внутри фрагмента //**мигание светодиодами всего куба**// в пятикратно повторяемом цикле выполняется команда **LC.shutdown(0, true); LC.shutdown (1, true); delay(300); LC.shutdown(0, false);LC.shutdown(1, false); delay(300);**. Она интерпретируется так: включить экономичный режим индикаторов, сделать паузу, выключить экономичный режим, сделать паузу. В таком режиме все светодиоды куба будут мигать.

Вся программа переключений построена на использовании трёх основных функций: **LC.setLed(); LC.shutdown(); LC.clearDisplay();**. Это — включение/выключение заданного светодиода, включение/выключение индикатора с сохранением данных и очистка экрана с выключением всех светодиодов с потерей данных по их предыдущему состоянию.

После макетирования и программирования приступают к сборке устройства. В пластмассовом контейнере подходящих размеров (см. рис. 2) размещают платы Arduino и модуля MAX7219. В крышке, вдоль стоек, прорезают щели и пропускают в них соединительные провода к контактным разъёмам рядов и столбцов куба. Сверху щели закрывают пластмассовыми съёмными пластинами с крепёжными прорезями под стойки. Сам куб приклеивают к поверхности крышки через пластмассовые брусочки-переходники размерами 5×5×10 мм, приклеенные к основаниям четырёх крайних стоек. В боковой поверхности контейнера сверлят отверстие для кабеля источника питания.

***От редакции**. Программа для Arduino и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/11/cub.zip** на нашем FTP-сервере.*

Изготовление печатных плат термопереносом рисунка проводников на фольгу

Р. КОЗЛОВ, А. СИДОРОВ, М. ТАРАВКОВ, г. Воронеж

Способ изготовления печатных плат, о котором идёт речь в этой статье, давно известен и широко распространён среди радиолюбителей, особенно после появления у них персональных компьютеров и лазерных принтеров. Для его применения не нужны дорогие материалы и оборудование, он не требует выполнения сложных операций и позволяет делать в домашних условиях платы высокого качества даже начинающим. Но никогда не мешает напомнить им основные правила его использования.

Для компьютерного проектирования печатных плат любой сложности сегодня есть много программ: Eagle, DipTrace, FreePCB и другие, которые значительно упрощают этот процесс. Некоторые из них имеют функцию автотрассировки, которая весьма полезна, так как позволяет по введённой в программу схеме устройства автоматически разместить на плате все детали и проложить большинство соединяющих их печатных проводников. Остаётся лишь немного подкорректировать их трассы и проложить вручную те, с которыми программа не справилась.

Для начинающих рекомендуем программу Sprint Layout. Она проста в освоении и имеет интуитивно понятный интерфейс. Принцип работы с ней чрезвычайно прост. Нужно выбирать необходимые элементы из богатой библиотеки программы и размещать их в рабочей области программы. А если нужного элемента в библиотеке нет, предоставляется возможность создать его самостоятельно, разместив соответствующим образом нужные для его монтажа контактные площадки и изобразив контуры элемента. Его можно поместить в библиотеку и использовать неоднократно. Остаётся соединить выводы элементов печатными проводниками согласно принципиальной схеме устройства. Но делать это приходится вручную, поскольку функция автотрассировки здесь имеет очень ограниченные возможности.

На **рис. 1** показано, как выглядит разработанная с помощью программы Sprint Layout печатная плата в её рабочем поле. Здесь могут быть нанесены и надписи, показывающие позиционные обозначения элементов, их типы и номиналы. Ширину печатных проводников и размеры контактных площадок программа позволяет задавать и менять по своему усмотрению. Хотя на рисунке изображена плата с односторонней печатью, программа позволяет проектировать и такие, на которых печатные проводники и детали расположены с двух сторон. Проводники и надписи, находящиеся на разных сторонах платы, имеют разный цвет, как показано в справочном окне, показанном на **рис. 2**. Его можно увидеть, нажав экранную кнопку с вопросительным знаком, находящуюся ниже рабочего поля программы слева.

Проводники и контактные площадки рисуют в слоях М1 (верхний) и М2 (нижний). Кроме того, они могут находиться в двух внутренних слоях В1 и В2. Но изготовить платы с внутренними слоями меди в любительских условиях практически невозможно, поэтому эти слои используют редко. В слоях К1 и К2 рисуют контуры элементов, находящихся соответственно сверху и снизу платы, и их позиционные обозначения. Цвета всех слоёв на экране можно задавать по своему усмотрению.

Рис. 1

Когда процесс разработки платы завершён, можно переходить к следующему шагу — изготовлению платы с применением технологии термопереноса напечатанного на лазерном принтере рисунка печатных проводников на фольгу платы, в обиходе называемой лазерно-утюжной технологией (ЛУТ). Напечатать рисунок печатных проводников можно, не выходя из программы Sprint Layout. Если выбрать в меню "Файл" пункт "Печать", откроется окно, изображённое на **рис. 3**. В нём можно выбрать слой платы, рисунок которого нужно напечатать, задать его чёрно-белую печать независимо от того, какой цвет ему присвоен в программе, при необходимости (в большинстве случаев) — зеркальное отображение и обвести рисунок нарисованной в слое П рамкой, ограничивающей плату. Масштаб полученного рисунка будет 1:1, но можно задать и иной, даже разный по вертикали и горизонтали.

Следует иметь в виду несколько важных моментов:

— для достижения наилучших результатов рекомендуется печатать ри-

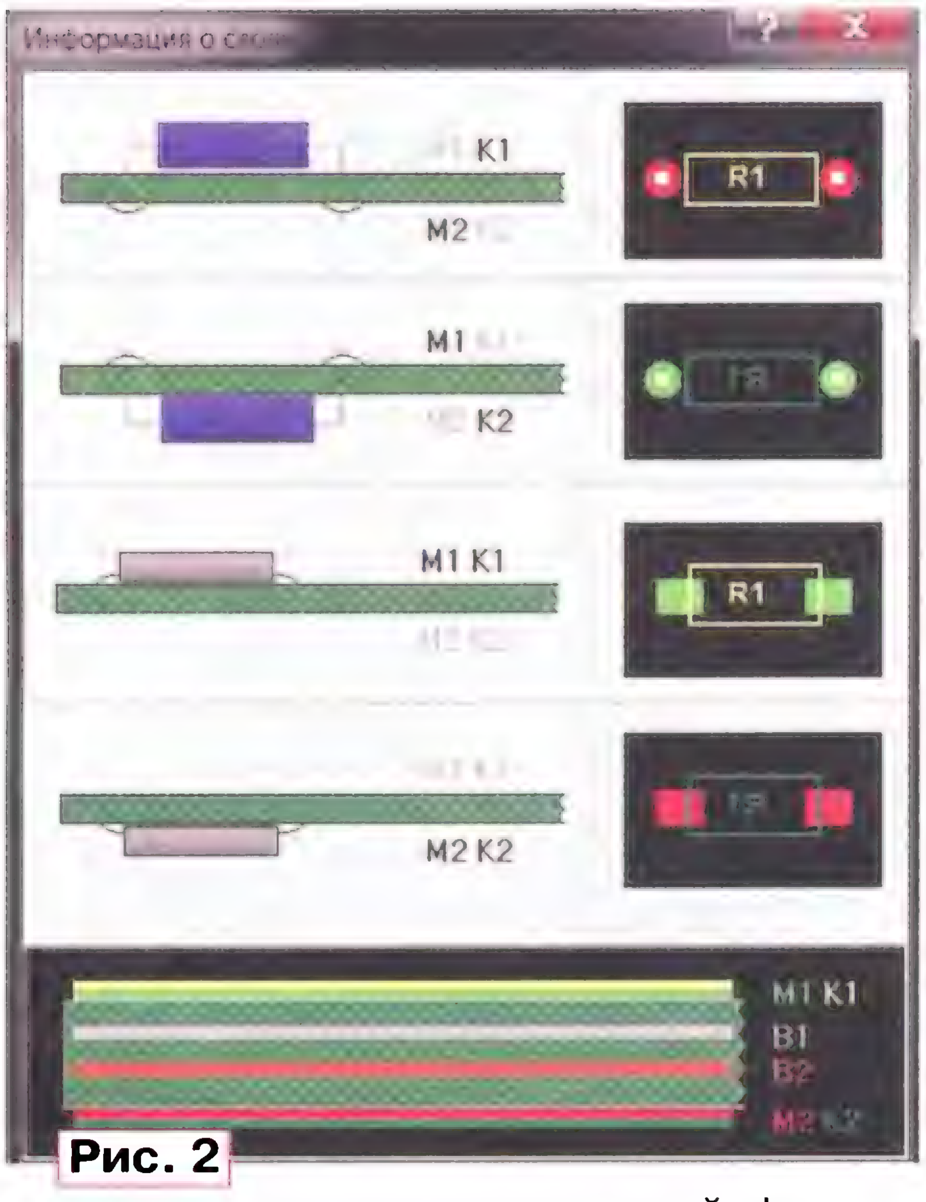


Рис. 2

сунок проводников на глянцевой фотобумаге Lomond плотностью 85 г/м^2;

— на напечатанном изображении не должно быть светлых полос пониженной контрастности в направлении протяжки бумаги. Эти полосы —признак того, что в картридже лазерного принтера подходит к концу запас тонера (порошка, из которого формируется изображение);

— рисунок должен быть максимально контрастным. Печатать его следует при максимальном разрешении принтера и с отключённой функцией экономии тонера.

При соблюдении этих условий должно получиться чёткое изображение, пример которого приведён на **рис. 4**.

Следующий этап — перенос изображения с поверхности фотобумаги на фольгу, которой покрыта заготовка платы, вырезанная из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм (**рис. 5**). Поверхность фольги нужно обработать мелкозернистой наждачной бумагой Р240 (М63) или мельче, чтобы поверхность фольги покрылась мелкими царапинами (**рис. 6**). Очень важно обработать её равномерно. Если на фольге останутся необработанные участки, тонер может закрепиться на них недостаточно прочно. В завершение заготовку необходимо очистить от пыли и обезжирить. Для этого рекомендуется пользоваться растворителем 646 или ацетоном.

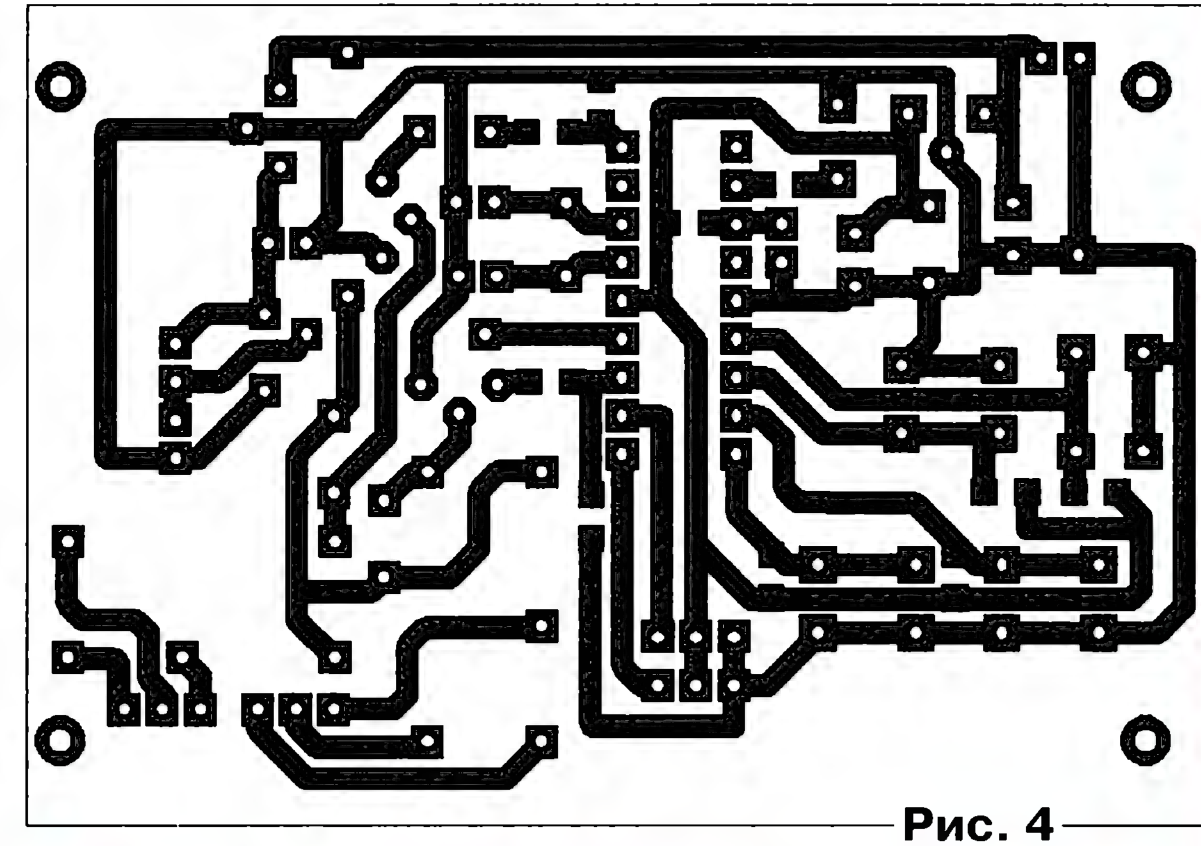


Рис. 4

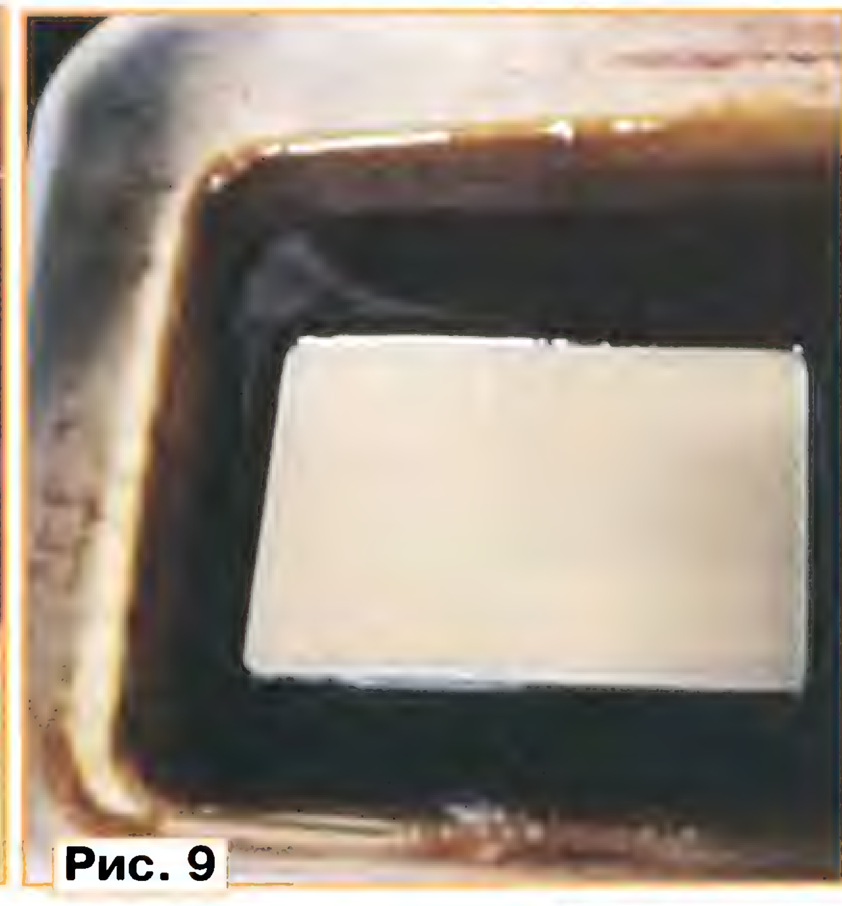
Рис. 3

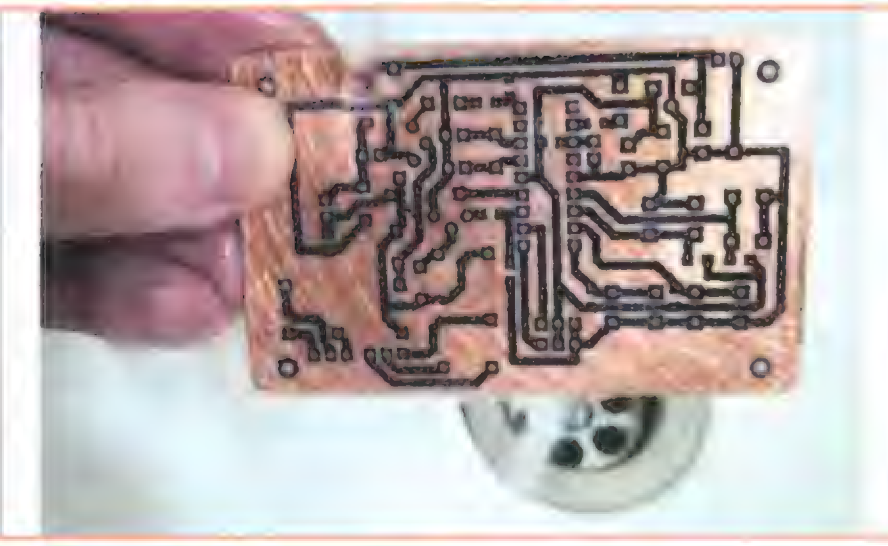
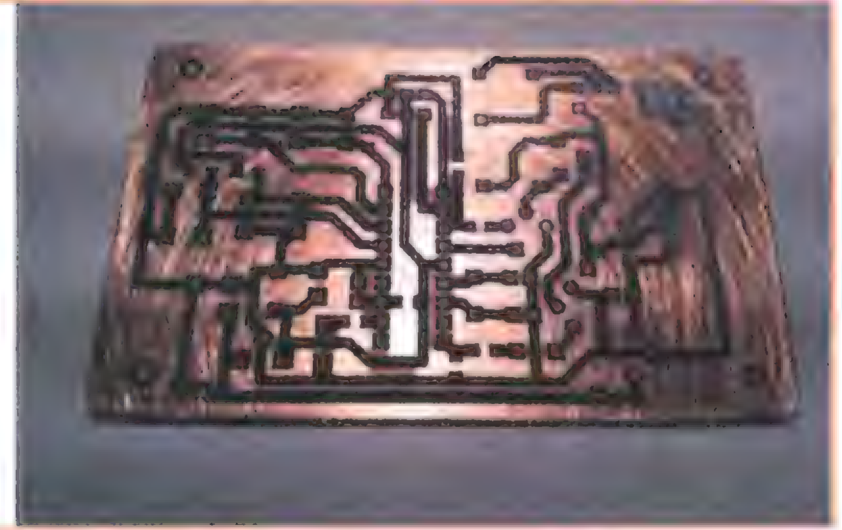

Рис. 5

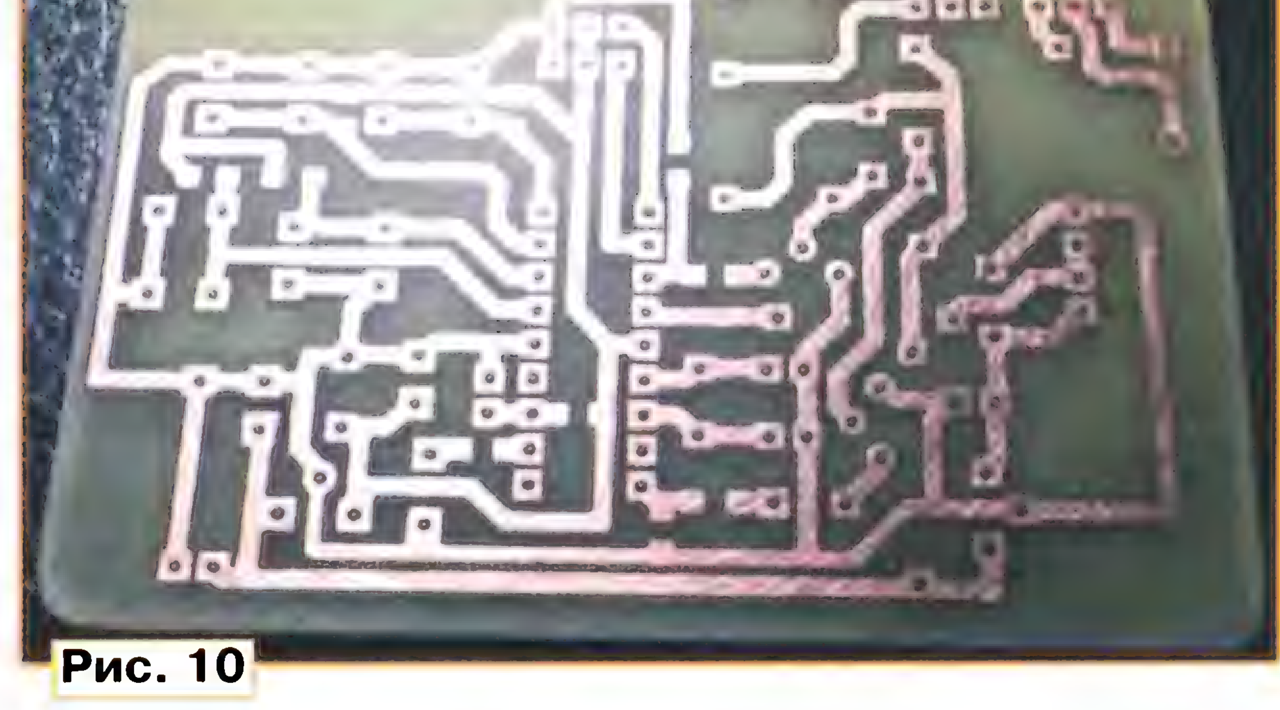

Рис. 6



Рис. 7


Рис. 9




Рис. 8


Рис. 10

Для переноса рисунка с бумаги на поверхность фольги можно применить бытовой утюг или ламинатор. К заготовке платы со стороны фольги нужно приложить напечатанный рисунок изображением к фольге. Он должен быть как можно плотнее прижат к ней. Далее бумагу нужно прогладить разогретым утюгом и в течение трёх—пяти минут с небольшим усилием разглаживать её (**рис. 7**), чтобы равномерно прогреть рисунок. Тонер размягчится и прилипнет к поверхности фольги. В итоге получим заготовку с приклеенной тонером к фольге бумагой.

Следующий шаг — удаление бумаги. Её необходимо размочить тёплой водой до такой степени, чтобы она легко расслаивалась и отставала от тонера, оставляя его на поверхности фольги (**рис. 8**).

Очистив плату от бумаги, можно приступать к её травлению — удалению фольги, которая осталась не покрытой тонером. Для этого требуются хлорное железо ($FeCl_3$), вода и пластиковая ёмкость для раствора. Его обычная концентрация — три объёмные части воды на одну часть хлорного железа. Заготовку с рисунком погружают в раствор фольгированной стороной вниз, как показано на **рис. 9**. Такое её положение оптимально для травления. Плате не дают утонуть силы поверхностного натяжения, а продукты травления опускаются на дно, не препятствуя доступу свежих порций травящего раствора к фольге.

Продолжительность травления зависит от концентрации и температуры раствора, поэтому для его приготовления используйте горячую воду, а процесс травления проводите в тёплом помещении. В результате получится практически готовая плата с печатными проводниками, покрытыми слоем тонера, который необходимо удалить с помощью, например, ватного тампона, смоченного ацетоном. После этого необходимо просверлить в плате монтажные отверстия, используя микродрель и свёрла диаметром чуть больше диаметра выводов устанавливаемых на плату деталей. Затем следует снова обработать поверхность наждачной бумагой P800 (ещё более мелкой, чем при подготовке заготовки).

Плата с просверленными отверстиями показана на **рис. 10**. На этом её изготовление закончено. Следующий этап — монтаж радиодеталей в соответствии с принципиальной схемой. Для микроконтроллера (если он должен быть в изготавливаемом устройстве) на плате обычно устанавливают панель, из которой микроконтроллер можно извлекать для программирования. Но бывает, что на плате предусмотрен специальный разъём для подключения программатора. Тогда микроконтроллер может быть установлен и без панели, однако это помешает использовать его при необходимости в другом устройстве, как случается в радиолюбительской практике.

В процессе пайки необходимо соблюдать аккуратность, чтобы не перегревать печатные проводники и детали. Рекомендуется пользоваться паяльником мощностью не более 25 Вт. По окончании монтажных работ остатки канифоли или другого флюса удалите с помощью небольшой щётки и ацетона.



Экспедиция R71RRC, или третье открытие острова Аракамчечен

Юрий САВЧЕНКО (UA0KBG), п. Угольные копи-3, Чукотский автономный округ

Со слов водителя, доставка запчастей и ремонт займут примерно два-три дня. Коллективно принимаем решение, чтобы не терять время, установить антенны на месте вынужденной стоянки и работать из вездехода. Устанавливаем GP на 20-метровый диапазон, вытаскиваем из вездехода и запускаем генератор, в кабине, на кожухе двигателя, размещаем трансивер K-3, усилитель Ameritron, компьютерный интерфейс и блок питания компьютера.



Антенна 4SQ на диапазон 20 метров.

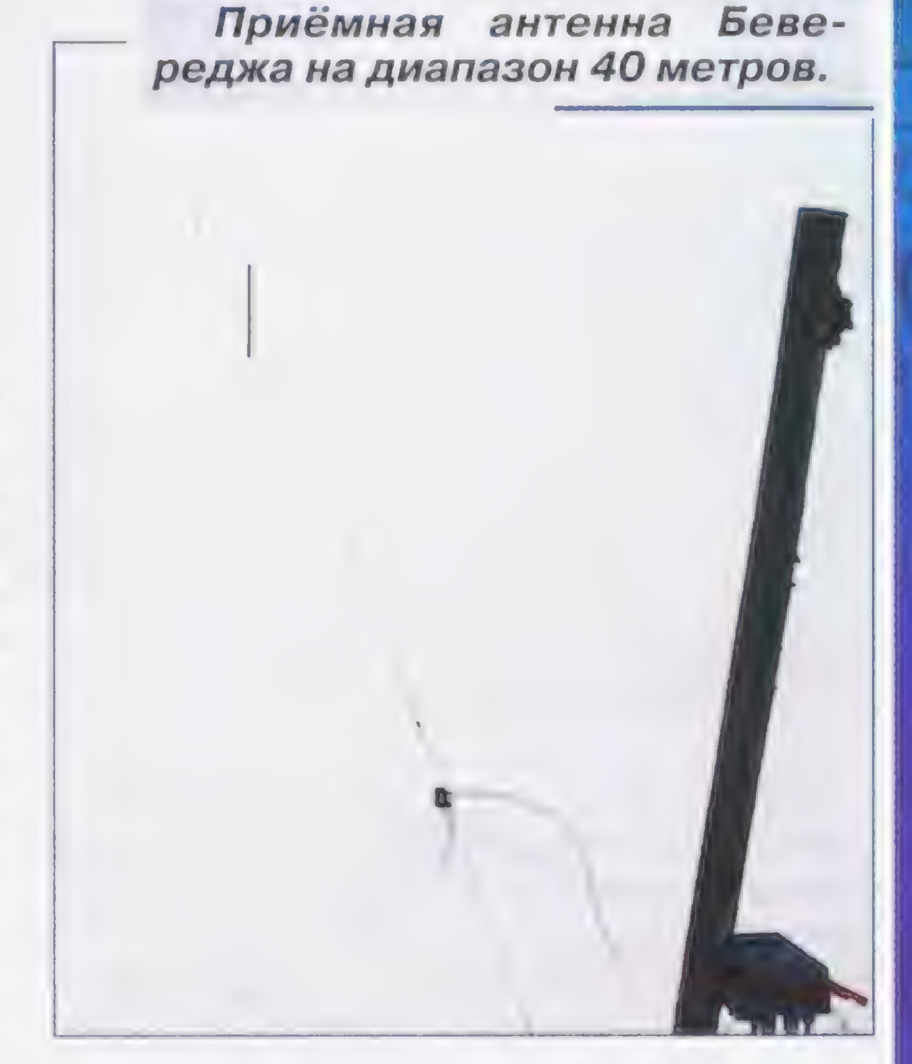
Стул, на котором сидел Александр, разворачиваем сиденьем к себе и ставим на него ноутбук. Под стулом разместился довольно солидный блок питания для усилителя. Через верхний люк заводим силовой и ВЧ-кабели, клавиатура на коленях — можно работать.

Виктор звонит Андрею (EU7A) по спутниковому телефону и просит его дать новостное объявление на сайте о начале работы в эфире R71RRC. Утром седьмого апреля Густ и Андрей на снегоходе с санями уезжают в п. Провидения за запчастями для вездехода, а Виктор с Александром устанавливают GP на 30-метровый диапазон.

Продолжаем работу в эфире, периодически сменяя друг друга. Вот Александр предлагает мне отдохнуть, с чем я с удовольствием соглашаюсь, но от долгого сидения в одной позе ноги затекли, и я, передвигаясь на руках, ползу в салон вездехода, сравнивая себя с аллигатором, у которого атрофированы задние конечности. Но всё это мелочи — главное, что нам отвечают, нас зовут, а ради этого можно и пренебречь многими бытовыми неудобствами. Временами эфир накрывала мощная помеха, до девяти баллов, по всему диапазону, в эти моменты мы могли принимать только сильные сигналы. Восьмого апреля во второй половине дня, продолжая работу в эфире, услышали звук приближающейся снегоходной техники. Это вернулись Густ и Андрей, а также предложивший свою помощь житель п. Провидения Александр Палтаржицкий на снегоходе Ski-doo с санями, загруженными запчастями. Благодарим добровольного помощника, и он вскоре трогается в обратный путь, мы же приступаем к ремонту вездехода. До наступления тёмного времени суток поставить на место бортовой редуктор не удалось, и работу перенесли на следующий день.

А вечером этого же дня небо "полыхнуло"... Северное сияние нас никак не радует, ведь, как правило, после него полностью прекращается прохождение на коротких волнах. Утром девятого апреля наши опасения подтвердились. Эфир девственно чист на всех диапазонах. Приступаем к ремонту вездехода и к вечеру благополучно его заканчиваем. Можно ехать дальше. Виктор и Александр оперативно демонтируют антенны. Густ, Андрей и я начинаем укладывать в вездеход наше имущество. Неисправный бортовой редуктор (масса детали — 100 кг) и часть груза оставляем на месте, выставив вешку, — всё это заберём на обратном пути. Начинаем движение и вскоре выезжаем на берег речки в нужном месте, осторожно пересекаем её и

Приёмная антенна Бевереджа на диапазон 40 метров.



Окончание.
Начало см. в "Радио", 2017, № 10

продолжаем движение. И вот, наконец, мы у цели — вот он домик (а по-чукотски — балок), в котором некогда жили и работали инспекторы по охране моржового лежбища.

Было это в 80-х годах прошлого века, с тех пор моржи нашли новое лежбище, балок, естественно, заброшен и пребывает в плачевном состоянии. Но одну комнату вполне можно приспособить под шэк. Не теряя времени вооружаемся лопатами и начинаем выбрасывать снег в оконные проёмы.

Виктор тем временем устанавливает GP на 30 метров, а затем присоединяется к нам, помогая очищать помещение от снега. Комната очищена, окна заколочены фанерой, дверной проём занавешиваем большим куском брезента.

Запускаем тепловую пушку, и через некоторое время заносим стол, привезённый с собой, ставим на него аппаратуру, расставляем стулья и в 20:52 UTC проводим первое QSO на 30 метрах. CW-R71RRC снова в эфире!

Десятого апреля Виктор и Александр устанавливают GP на 40 метров, а Андрей и Густ ставят печку-буржуйку в шэке, всё необходимое (сварочный аппарат, "болгарка", пять мешков угля, дрова) привезено с собой — спасибо за предусмотрительность нашим хозяйственным ребятам, Андрею и Александру!

Теперь можно подумать и о развёртывании второго рабочего места. Из привезённого с собой большого куска ДСП Андрей делает стол, на него устанавливается второй K-3, усилитель на двух ГК-71 — можно работать.

Виктор и Александр в это же время устанавливают 4SQ на 20 метров — эта антенна прекрасно зарекомендовала себя на о. Алюмка и здесь вполне оправдала наши ожидания.



Сломалась антенна GP на диапазон 40 метров.



Маяк RLHA: RLA-034, WLOTA: LH-1604.

Продолжаем работу в эфире уже с двух рабочих мест, мы с Александром, меняя друг друга, работаем CW, Виктор же работает SSB only, и вот у него настоящий pile-up на Европу, число QSO в аппаратном журнале неуклонно растёт. Затем Виктор и Александр оставляют меня работать в эфире, а сами начинают устанавливать приёмную антенну Бевереджа на три направления — EU, JA и NA.

Вечером Виктор оценивает её возможности, работая на 40-метровом диапазоне, в полной мере работа этой антенны не удовлетворила, наверное, сказались капризы северного прохождения.

После pile-up на 20 метров отвечают нам очень неохотно на всех диапазонах, видимо, принимают наши сигналы с большим трудом, да и мы постоянно напрягаем слух, чтобы разобрать и принять сигналы зовущих нас станций. В полной мере прочувствовали особенности местного прохождения, сигналы зовущих станций часто были не только "со звоном и размазанные", но и с потерей части знаков — принимаешь три раза позывной и все три раза по-разному. Скорость телеграфа приходилось снижать до 60 знаков/мин (20 wpm) и по несколько раз передавать рапорт и позывной.

В ночь с 10-го на 11 апреля поменялся ветер, в комнате заметно упала температура несмотря на то, что печка топилась постоянно, но не это самое главное — сильным порывом ветра сломало пластиковую удочку GP на 40 метров. К слову сказать, нам ещё повезло, в это время штормовые ветры здесь не редкость, и всё могло быть гораздо хуже.

Утром приступили к экспресс-ремонту, предусмотрительный Виктор взял с собой несколько кусков дюралюминиевого уголка. Сделав бандаж и закрепив его скотчем, ставим мачту на место и запускаем антенну на 40 метров в работу. Немного ухудшился КСВ, но пока в пределах нормы. Затем возникает ещё один неприятный момент — на нашем с Александром рабочем месте выключается K-3, отказал блок питания трансивера. Попытки реанимировать его ни к чему не привели, включаем в работу запасной (из моего резервного комплекта) — всё в порядке, трансивер работает. Ставим антенну на 17 метров, но на ВЧ-диапазонах уже вот два года, как на Чукотке нет прохождения, 10-метровый и 15-метровый диапазоны тоже молчат. В итоге в общей сложности на диапазоне 17 метров было проведено что-то около 70 QSO, в основном с JA и несколько с UA0. Параллельно с работой в эфире решено утеплить наше временное пристанище, и Густ с Андреем меняют кусок брезента на входе на одну из дверей, привезённых с собой из п. Провидения.

Сразу становится теплее, впервые с начала работы в эфире можно снять свитер и остаться в лёгкой одежде. Решено из второй двери сделать топчан и спать кому-то из нас прямо в шэке. Густ с Андреем быстро справляются и с этой задачей. Но пока мы поглощены работой в эфире, практичный Густ перенёс из вездехода весь кухонный скарб — газовую плитку, чайник, посуду, продукты, и из будущего спального места получился неплохой кухонный стол.

Решили оставить всё как есть, до этого обедали в вездеходе, сидя по-турецки на полу. Посещаем находящийся недалеко маяк, Виктор делает не-

сколько фото GPS-навигатора с координатами маяка, мы также фотографируемся с флагом RRC (Клуб "Русский Робинзон") и возвращаемся к балку.

И вот, 15 апреля — завершающий день работы в эфире. Виктор и Александр начинают демонтаж антенн: сначала это GP на 40 метров, затем GP на 17 метров, далее очередь антенны Бевереджа, следом демонтирована антенна на 30 метров.

Я же в это время продолжаю работать на 20-метровом диапазоне. Подходят на мой общий вызов редко и с большим интервалом, и вот — последнее QSO с WB6JJJ. Всё, приступаем к демонтажу 4SQ на 20 метров, укладываем груз в вездеход, тщательно убираем за собой бытовые отходы в предусмотрительно захваченные Виктором мусорные мешки и к вечеру выезжаем в обратный путь.

На месте первой стоянки забираем неисправный бортовой редуктор, но движение пришлось прекратить, сильный туман и ограниченная видимость вынудили нас остановиться на ночлег.

Утром 16 апреля продолжили движение, и в обед были уже у озера Горное, на берегу которого находится могила русского моряка, умершего в конце XIX века.

На табличке надпись: "Егор Гурин — писарь клипера "Гайдамак". Почтили память морехода минутой молчания и после короткого отдыха продолжили путь.

Опять тот же рыхлый и глубокий снег, под которым уже проступает вода. Скорость вездехода — 7...12 км/ч, в салоне температура — более +35 °С, душно, оглушительный рёв двигателя, чтобы услышать друг друга, приходится кричать, время тянется мучительно долго.

И вот примерно в 23:00 16 апреля прибываем на базу поисково-спасательного отряда МЧС, отсюда начинался наш путь на остров, здесь он и завершился. Звоним Николаю Малкову, он не спит, ждёт нас. Вчетвером садимся в сани, Андрей — за рулём "Бурана", и через некоторое время мы у Николая дома, приводим себя в порядок и ложимся отдыхать не в спальные мешки, а на настоящие диваны с постельным бельём.



Табличка на могиле Егора Гурина, писаря с клипера "Гайдамак".

Следующий день ушёл на укладку вещей, затем два дня ожидания в аэропорту п. Провидения (нелётная погода, низкая облачность), и вот 20 апреля вылетаем в Анадырь. По прилёту располагаю ребят на ночлег на той же съёмной квартире, а 21-го строго по расписанию они улетают в Москву. Немного грустно, но очень хочется верить, что это не последний наш остров.

В заключение хочется отдельно отметить и поблагодарить Николая Малкова (UA0KDJ), без помощи которого наша экспедиция вряд ли была бы возможна. Также хочется выразить слова благодарности тем, кто постоянно был готов помочь нам. Это Андрей (EU7A), Олег (UA0CID), Андрей (R9XC), Георгий (UA0IHZ), Игорь (UA9KDF), Игорь (R0XA) и многие другие. Спасибо вам за поддержку и помощь! Также спасибо всем, кто звал нас, проявлял интерес и следил за экспедицией.

Несмотря на две магнитные бури было проведено более 6600 QSO, из них на 40-метровом диапазоне — 960, на диапазоне 30 метров — 1732, на 20-метровом — 3842 и на 17-метровом — 71.

Корреспонденты по континентам: Азия — 2775 QSO (42,01 % от общего числа), Европа — 2745 (41,56 %), Северная Америка — 925 (14,01 %), Австралия и Океания — 132 (2 %), Южная Америка — 26 (0,39 %), Африка — 2 (0,03 %).

Выражаем благодарность генеральному спонсору экспедиции Михаилу Могутову (RL3AA), радиолюбительским фондам GDXF и IREF, оказавшим материальную поддержку, а также индивидуальным спонсорам со всего мира, благодаря которым экспедиция на остров Аракамчечен AS-071 была реализована.

От всей команды наши теплейшие 73! И до новых встреч в эфире!

Приём любительских радиостанций на приёмник "Казахстан"

Сергей БЕЛЕНЕЦКИЙ (US5MSQ), г. Киев, Украина

Ламповый радиоприёмник "Казахстан" выпускался с 1963 г. по 1975 г. Петропавловским заводом имени С. М. Кирова. Этот семидиапазонный супергетеродин высшего класса предназначался для радиоузлов проводного вещания взамен устаревшего к тому времени трансляционного приёмника "ТПС-54". За время производства приёмник претерпел несколько модернизаций. Одновременно на его базе выпускался радиоприёмник "Казахстан-2", который отличался наличием второго гетеродина для приёма телеграфных и однополосных сигналов. Конструкция приёмника рассчитана на непрерывную работу в течение длительного времени. Нередко эти радиоприёмники использовали на своих радиостанциях и радиолюбители-коротковолновики.

Радиоприёмник "Казахстан" хорошо принимает сигналы с АМ, но в телеграфном и однополосном режимах проявляются все недостатки диодного детектирования с подмешиванием опорного сигнала, как и в радиоприёмнике Р-311 [1] — "основные принципиальные недостатки этого морально и физически устаревшего способа детектирования SSB-сигнала, отмеченные нашими коллегами ещё полвека назад, в эпоху массового внедрения однополосной связи — диодный детектор выделяет в основном наиболее сильные сигналы несущей, поэтому приём сигналов SSB резко ухудшается, если помеха превышает сигнал от телеграфного гетеродина. А в случае, когда уровень однополосного сигнала превышает напряжение подводимой несущей, приём становится просто невозможным из-за больших нелинейных искажений. Иными словами, удовлетворительный приём SSB возможен только в довольно узком диапазоне амплитуд входного сигнала. В результате оптимальный уровень входного сигнала необходимо постоянно подстраивать регулировкой РРУ (которой в "Казахстане" не предусмотрено!) под очередного корреспондента и/или в зависимости от уровня помех по соседнему каналу".

При этом индикатор уровня сигнала приёмника не функционирует, так как полностью блокирован большим уровнем продетектированной несущей.

Один из простых способов повысить качество детектирования — применить пассивный ключевой смеситель на полевом транзисторе, управляемый по затвору сигналом опорного гетеродина.

Предлагаемый ниже вариант смесителя (**рис. 1**) обеспечивает комфортный приём любительских станций и требует минимального вмешательства в конструкцию. При этом работает и АРУ, и S-метр, разумеется, при полном сохранении основных функций "Казахстана". Опорный генератор применён самодельный, изготовленный по схеме этого узла от приёмника "Казахстан-2". Но может быть и любой другой, обеспечивающий напряжение сигнала не менее напряжения отсечки полевого

транзистора (достаточно 2...3 $В_{эфф}$). Позиционные обозначения деталей "Казахстана" соответствуют его схеме, а вновь введённые — стандартные. Цифры и буквы в кружках указывают на номер блока и точку, к которой подсоединяется провод. Транзистор КП307

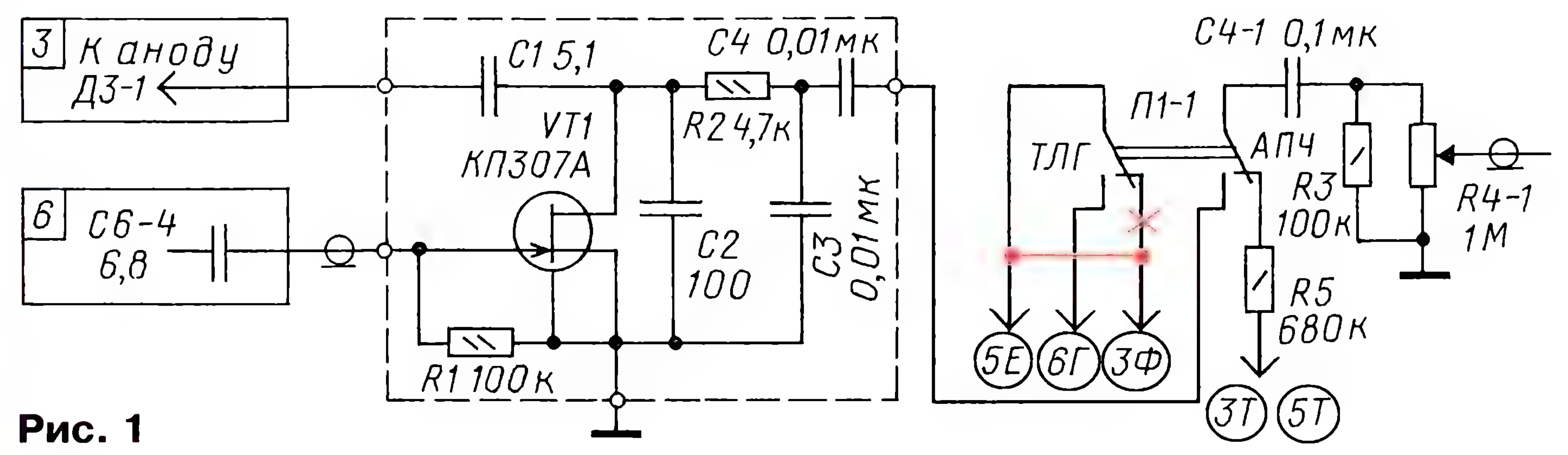


Рис. 1

можно заменить транзисторами BF245, J308—J310, КП302А, КП302Б или КП303 с любым буквенным индексом. Смесительный детектор монтируют на небольшой макетной плате и прикрепляют к плате блока 3 со стороны печатного монтажа на трёх коротких жёстких выводах.

Чтобы исключить наводки на УПЧ, сигнал опорного генератора подводится обязательно экранированным кабелем. Резистор R3, подключённый параллельно регулятору громкости R4-1, убирает излишек усиления в режиме АМ, иначе даже при минимальном положении регулятора громкости динамическая головка работает слишком громко.

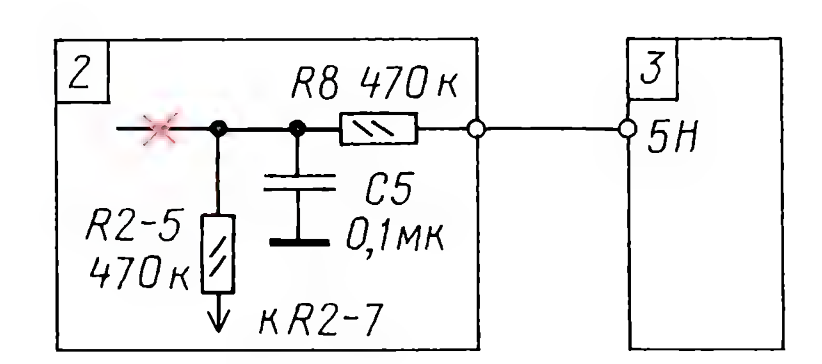


Рис. 2

При приёме сильных сигналов (уровень 59+) на верхних КВ-диапазонах (особенно на 14—18 МГц) наблюдается заметная паразитная частотная модуляция сигнала ГПД, существенно его искажающая (сигнал "подплакивает"). Многие винят в этом лампу 6И1П, считая, что это происходит из-за сильных внутренних межэлектродных связей. Но ведь в других приёмниках 6И1П в подобном включении нормально работает вплоть до частоты 30 МГц! Только не надо заводить на неё АРУ. Достаточно подать на сетку фиксированное смещение −0,7...−1 В, как показано на **рис. 2**.

Чтобы подключить эту цепь без снятия блока 2 УВЧ, верхний по схеме вывод резистора R2-5 (на плате тот, который ближе к панели лампы Л2-1 6К4П) прогреваем паяльником и поднимаем над платой. К нему навесным монтажом припаиваем элементы R8 и C5 (блокировочный керамический конденсатор). Получается достаточно компактно и жёстко. Второй вывод резистора R8 соединяем коротким проводником с блоком 3.

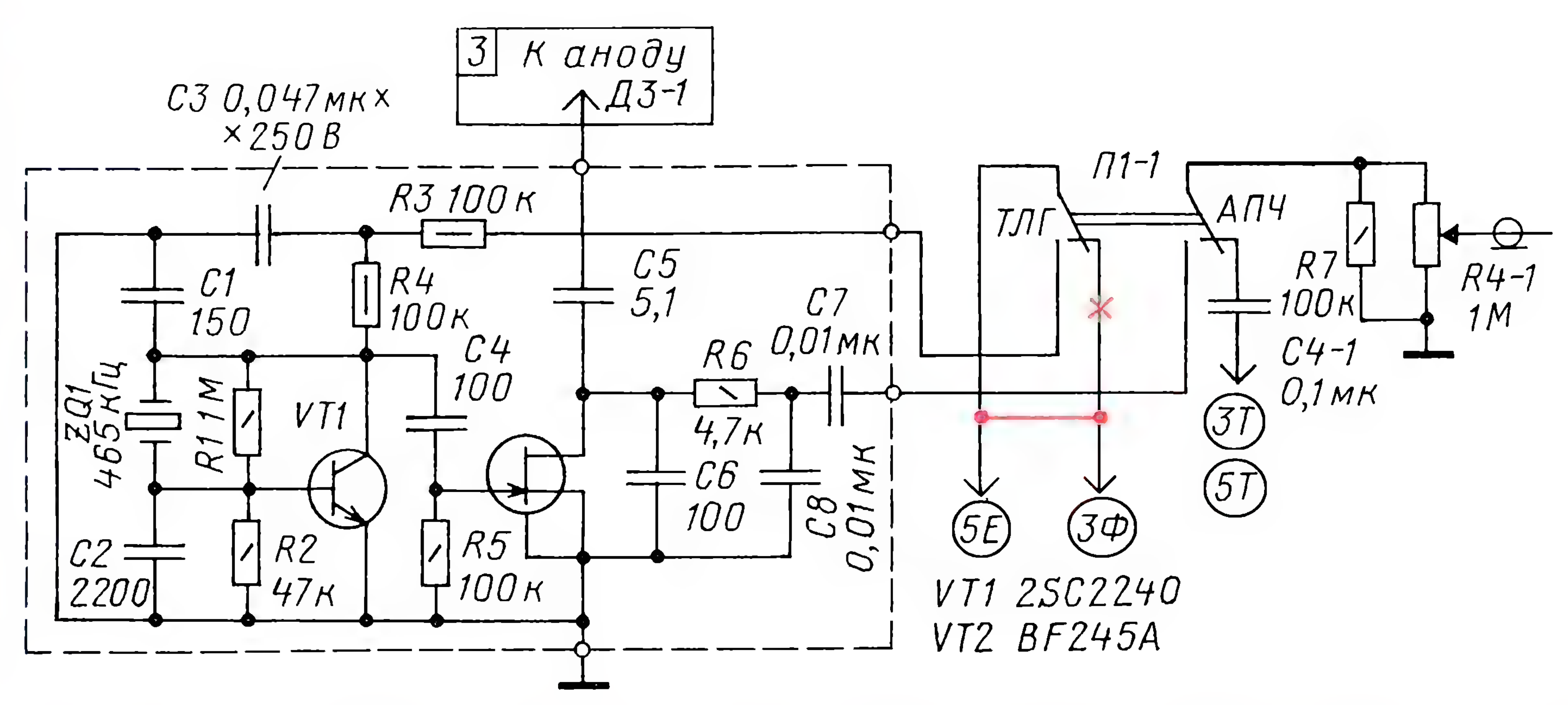


Рис. 3

Хочу подчеркнуть важный момент — прежде чем дорабатывать приёмник, надо убедиться в его исправности (или починить—наладить) и подключить внешнюю антенну длиной не менее 10 м. Признаком достаточного усиления (уровня сигнала) будет нормальная работа индикатора 6Е1П в режиме АМ. Это значит, что уровень сигнала на детекторе достаточный — порядка нескольких вольт. При этом будет работать и индикация силы сигнала (S-метр) и АРУ.

Но такой уровень сигнала для смесительного детектора — излишне большой, и для обеспечения его линейной работы и получения примерно одинаковой громкости в режимах АМ и SSB сигнал дополнительно ослабляется примерно в десять раз. После такого сопряжения уровней сигнала индикация силы сигнала (S-метр) работает в режимах AM/SSB с равным эффектом. Для примера, у меня с антенной наклонный Виндом 42 м на НЧ-диапазонах (80 и 40 метров) индикатор был чаще всего на максимуме, иногда даже зашкаливал (перекрываются секторы). Сопряжение контуров я не делал, хотя это сделать бы весьма желательно, так как приёмник старый и очень вероятно, что ВЧ-контуры не-

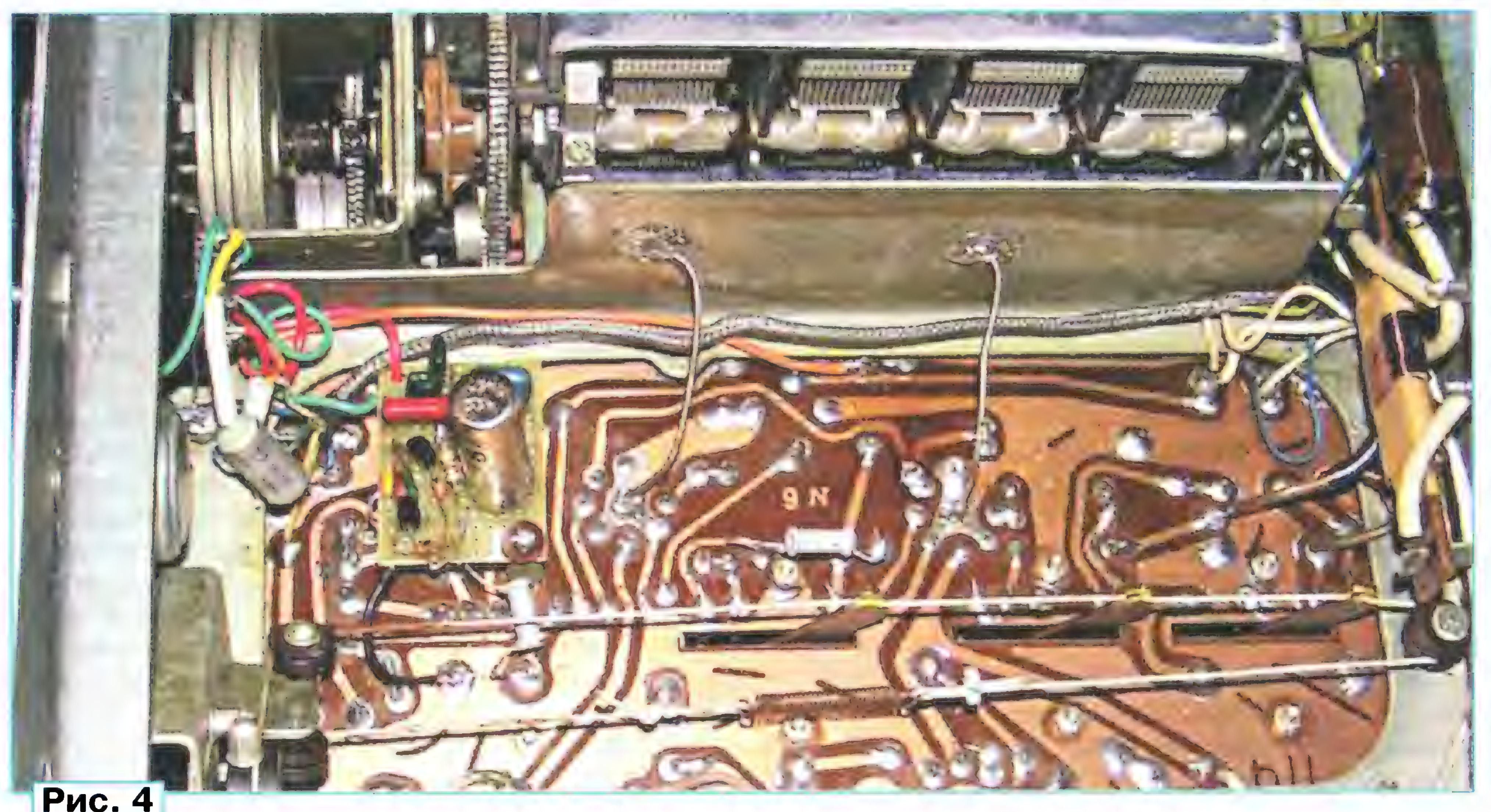


Рис. 4

много расстроены. Но контуры я не подстраивал, а просто подобрал из двух имеющихся комплектов КВ-планок лучший.

Если есть ГСС, то можно не заниматься пробными прослушиваниями эфира, а просто измерить чувствительность вашего экземпляра. На исправном (настроенном) приёмнике в режиме АМ при 30 % модуляции чувствительность при отношении сигнал/шум 10 дБ должна быть не менее 10 мкВ, а в телеграфном режиме — не хуже 1,5...2 мкВ. При этом сигнал в динамической головке (телефонах) должен быть не просто еле слышимый, а довольно громкий (я бы сказал очень громкий, если слушать на современную импортную динамическую головку с высоким КПД). На входе УНЧ (см. рис. 1) установлен делитель на резисторах R3,R5, чтобы можно было пользоваться регулятором громкости, а то он до этого всё время стоял на минимуме.

Мой экземпляр приёмника имеет вполне приличные параметры. В режиме SSB "слышит" порядка 1...1,5 мкВ и даже на 18 МГц чутко реагирует на подключение антенны — уровень шумов возрастает в несколько раз.

Если в вашей "тумбочке" найдётся кварцевый резонатор на частоту 465 кГц, то лучше, на мой взгляд, опорный гетеродин сделать на транзисторе и разместить непосредственно на плате УПЧ. В качестве примера — транзисторный детектор CW/SSB с кварцевым опорным гетеродином (**рис. 3**). Все детали размещены на небольшой макетной плате. Получилось компактно — никаких длинных сигнальных проводов (**рис. 4**).

Питается генератор от источника анодного напряжения приёмника +250 В, ток потребления — около 1 мА. В качестве VT1 можно применить любой общецелевой (по отечественной классификации) ВЧ-транзистор с коэффициентом передачи тока базы не менее 100 и допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 40 В, например, КТ3102А, КТ3102Б, 2N3904, 2SC1815, а в качестве VT2 — практически любой полевой транзистор КП302, КП303, КП307 или BF245, J308—J310.

Если нет кварцевого резонатора, можно применить катушку от любого контура ПЧ 455/465 кГц, лучше малогабаритную, включённую по любой типовой схеме. Нет смысла делать именно ламповый генератор — и громоздко, и не экономично.

На всякий случай, во избежание путаницы с нумерацией деталей, на сайте [2] выложено описание приёмника "Казахстан", по которому автор ориентировался при переделке.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беленецкий С.** "Р-311 — спортивный приёмник". — Радио, 2009, № 11, с. 59, 60; № 12, с. 58, 59.

2. Приём любительских радиостанций на приёмник "Казахстан". — URL: **http://us5msq.com.ua/priyom-lyubitelskix-stancij-na-priyomnik-kazaxstan/** (06.10.17).

Дальний приём сигналов любительских радиостанций на частоте 8270 Гц

Александр КУДРЯВЦЕВ (RN3AUS), г. Москва

В журнале "Радио" в 2015 г. опубликованы статьи автора с описанием аппаратуры для наблюдений на сверхдлинных волнах [1, 2]. За прошедшие два года она была усовершенствована, что позволило провести первые 1-way QSO между Германией и Россией на этом необычном диапазоне, имеющем меткое название Dreamers Band.

В конце 2016 г. известный энтузиаст длинных и сверхдлинных волн (СДВ) DK7FC Stefan изготовил новую удлиняющую катушку для своей передающей VLF-антенны (VLF — very low frequency — очень низкие частоты, или диапазон СДВ), которая имеет горизонтальную часть длиной 70 м и высоту подвеса 30 м. Антенна натянута между крышами двух зданий, её собственная ёмкость — 480 пФ. Точка запитки антенны находится на крыше одного из зданий, где и располагается удлиняющая катушка (**рис. 1**). Она имеет диаметр 250 мм и содержит 2250 витков. Обмотка состоит из множества узких секций, намотанных на пластмассовом каркасе эмалированным проводом диаметром 0,4 мм виток к витку в три слоя. Между секциями оставлены небольшие промежутки. Активное сопротивление катушки — 245 Ом. Такая конструкция выдерживает напряжение до 28 кВ, которое возникает при подведении к антенной системе мощности 260 Вт. При этом ВЧ-ток в антенне — 700 мА. По расчётам DK7FC, излучаемая в эфир на частоте 8270 Гц мощность равна всего 450 мкВт.

Рис. 1

Рис. 2

Мне захотелось участвовать в экспериментах и попытаться принять этот слабый сигнал на удалении почти 2000 км (**рис. 2**). Вначале не очень верилось, что такое вообще возможно, поскольку СДВ-эфир наполнен фоном от многочисленных молний, бьющих каждую секунду на земном шаре, здесь всегда присутствуют помехи от сети 50 Гц и импульсных блоков питания, причём эти помехи есть везде. Тем не менее задача была столь необычна и увлекательна, что стоило попробовать...

Для проведения наблюдений было выбрано относительно тихое загородное место (дача), где и была размещена моя приёмная аппаратура, которой предстояло работать непрерывно много дней, часто даже без моего присутствия. Помимо антенны и приёмника (базового блока), в состав установки входил и нетбук Asus EeePc. Приём вёлся с помощью программы SpectrumLab [3] со спектральным разрешением 47 мкГц, при этом один пиксель спектрограммы накапливался в течение 6 ч. Все эксперименты проводились по предварительной договорённости. После нескольких тестов, показавших, что всё настроено и работает правильно, с 28 января 2017 г. приёмная установка была запущена на круглосуточную работу. И вот спустя сутки, 29 января, впервые был зарегистрирован след передачи DK7FC на частоте 8270,005 Гц (**рис. 3**).

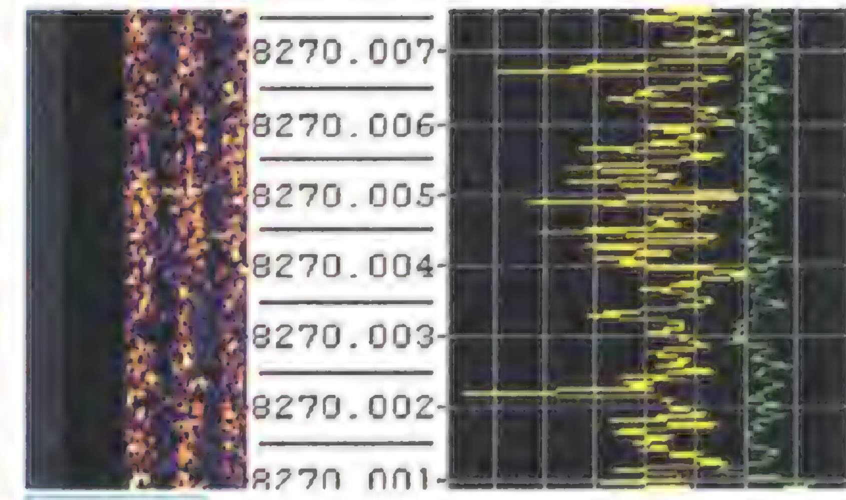


Рис. 3

ко дней — и вновь успех, есть уверенная трасса сигнала на спектрограмме (**рис. 4**)! Эти моменты по своей эмоциональной наполненности, безусловно, стоили всех затраченных усилий.

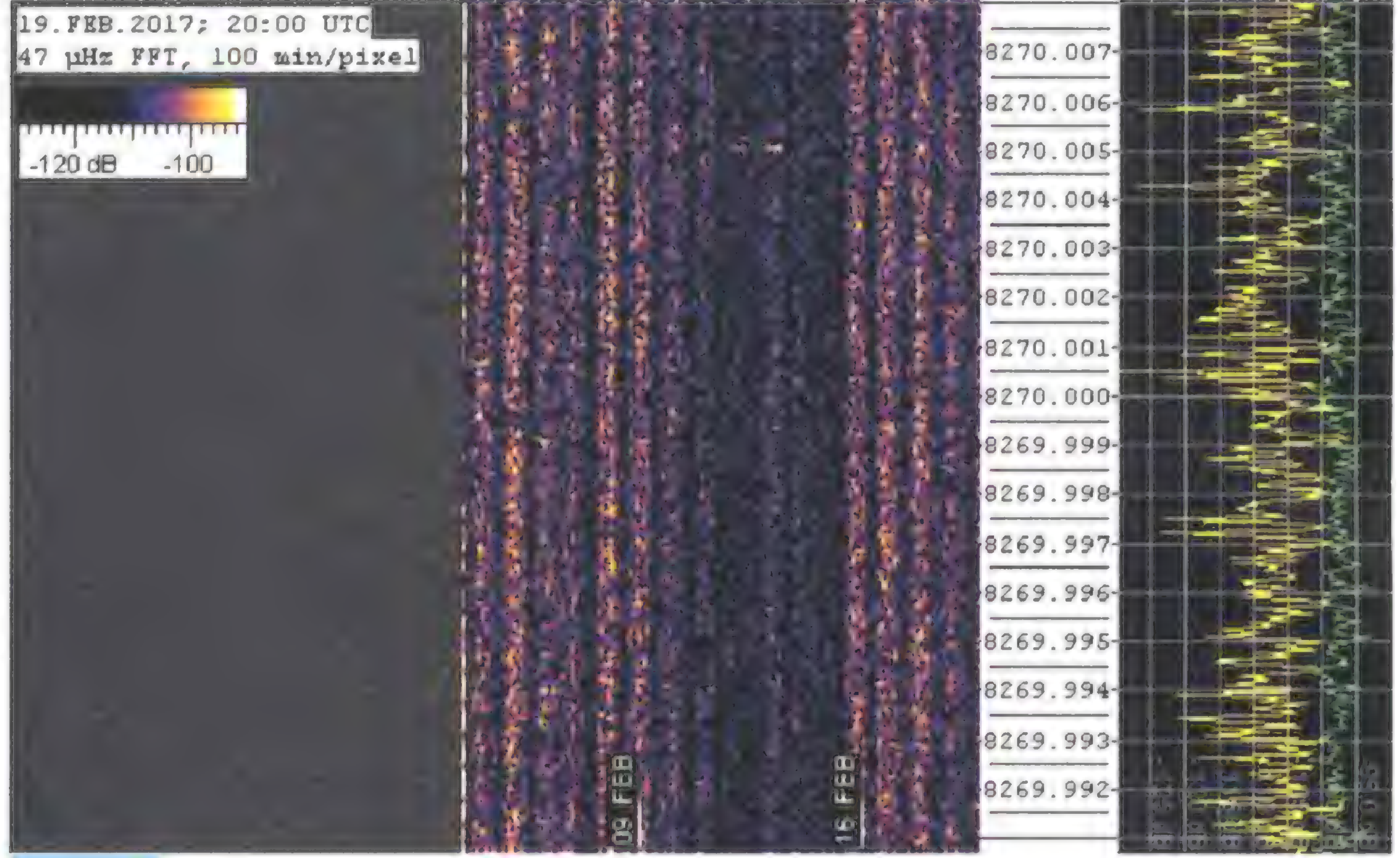


Рис. 4

Spectrum Lab - File Export Format
File Contents | Filename & Activation | Export of FFT results
This function can be used to log the results of the FFT calculations into simple files for post-processing. A new FFT block will "usually" be written to the file when a new line is appended to the waterfall display. More details are in the help system; click the help button below.
Active
1st channel only
Size:
Export file name: "E:/EbNaut/ebnaut"+str("DD_MMM_hhmm",time)+"_8270.txt"
Date+Time format (for textfiles): YYYYMMDD hhmmss.s
File Format: Textfile with Date/Time, FFT bin width, Frequency of 1st bin in every line
File Headers: No header
Column Separator (ASCII): 32 Examples: 9=tab, 32=space, 44=comma, 59=semicolon
Number of exported FFT bins: 16384 use INTEGER numbers only (milli-Hertz, centiBel, etc)
Frequency of first FFT bin [Hz]: 0.0 create new file when restarting (name with serial number)
Max file size in kB, 0=unlimited: 1 create new file when file size exceeded (otherwise stop)
export an FFT only by command (not automatically)
Menu... | Apply | OK | Abbrechen | Hilfe

SpecLab Configuration and Display Control
RX Control | Memory | Filenames | Audio Files | Markers | System | Freq-Resp
Spectrum (1) | ..(2) | ..(3) | ..(4) | Radio DF | FFT | Audio I/O | AD/DA Server
FFT properties, frequency resolution
Decimate input by (divisor): 69984
FFT input size ("length"): 32768
FFT window function: Rectangle
use anti-alias filter for decimation
same FFT params for all analyser channels
Effect of FFT settings with fs= 685.870 mHz:
Width of one FFT-bin: 20.9311 uHz
Equiv. noise bandwidth: 20.9311 uHz
Max freq range: 8.26993 kHz .. 8.27027 kHz
FFT window time (length): 13.27 hrs
FFT window overlap: 98.2 %
FFT Input (same for all channels)
Type: Complex, with internal frequency shift
Source: L5=Left Output, 48 kS/s
Center frequency [Hz]: 8270.1
Sweep Hz/sec]: 0.0
Include F.O. calibrator | what's that ?
FFT Output
Type: Complex (real+imaginary)
Unit: dB (userdef'd reference)
internal average (#FFTs): 0
smoothing (#bins): 0
Shown: Settings for Analyser 1, channel 1 (L)
Apply | Close | Help

Рис. 5

EbNaut Decoder V0.5
Select Coding
16K21A | CRC 16 | Symbol period: 30.0
Decoder Settings
File: C:\EbNaut\ebnaut19_FEB_0026_8270-1pps.wa | Browse
Message length: 7 | Start offset: 1587.274
List length: 20000 | Freq offset: 0.000000
CPUs: 1 | Phase step: 30 degrees
Signal File
Sample rate: 0.342935/sec Rx freq: 8270.1 Hz
File start: 2017-02-18 17:48:44.690
Decoder Status
Finished: elapsed 1081 seconds
Decoder Output
Message: DREAMER
Rank: 0 Es/N0: -14.5dB Eb/N0: 0.5dB
Symbol errors: 493/1248 BER: 39.5 %
Reference phase: 30 0 0 -30
Carrier S/N 16.85 dB in 26.7 uHz, carrier Eb/N0: 0.8 dB
Info rate: 3.84 bits/hour, 58.2 % of Shannon capacity
Run

Рис. 6

Первое впечатление — не может этого быть! Эксперимент был повторён через несколь-

Анализ первых результатов показал, что достигаемое на трассе отношение сигнал/шум и в целом низкий уровень помех в это время года может позволить принять и короткие сообщения.

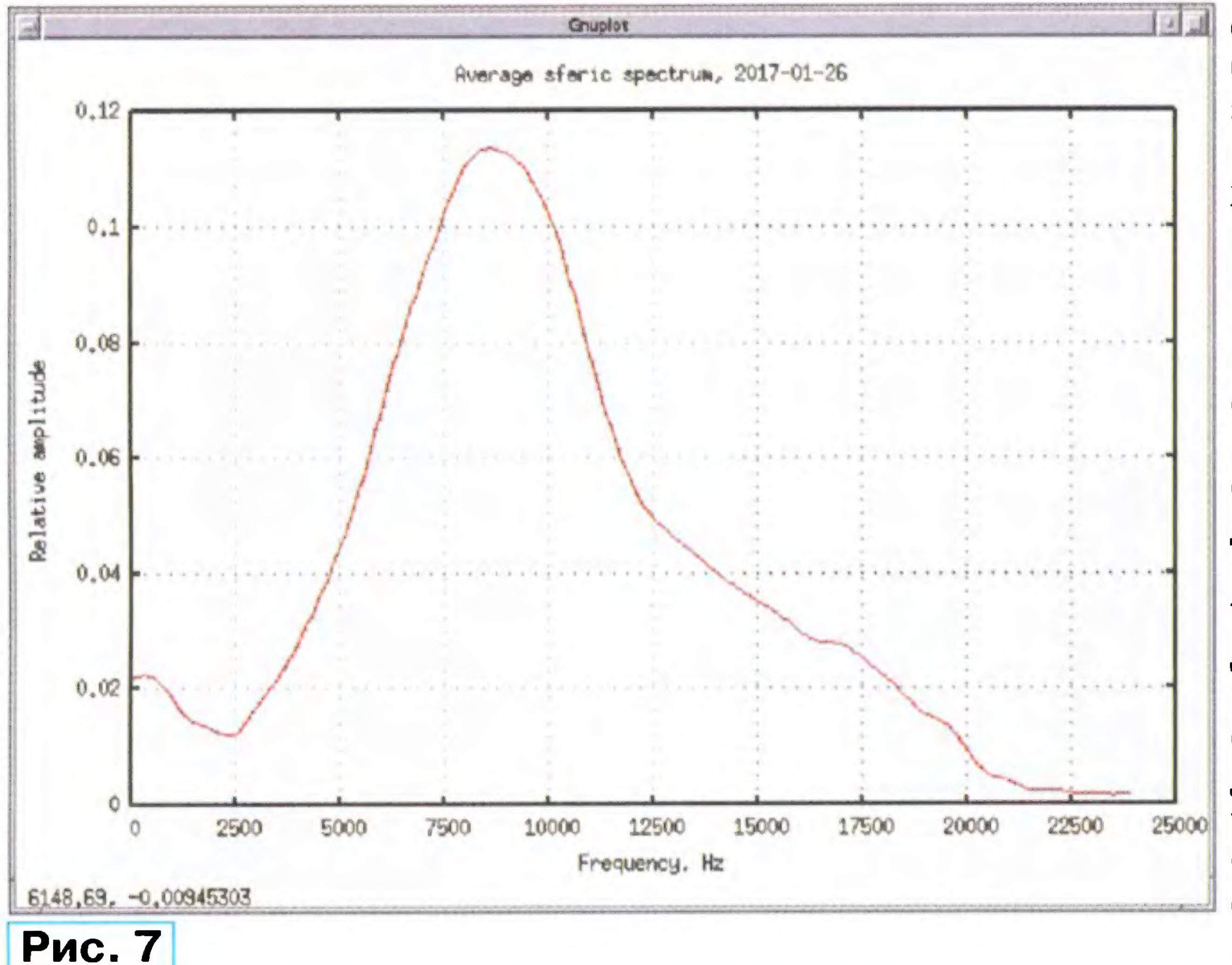


Рис. 7

2017-02-10 OK7FC to RN3AUS on 8270.1. 1024 symbols

06:00 07:00 08:00 09:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00

UTC HH:MM

Рис. 8

Около двух лет назад известный специалист в области VLF Paul Nicholson разработал программное обеспечение для осуществления любительской цифровой передачи сообщений в СДВ-диапазоне. Как известно, этот диапазон отличается высокой фазовой стабильностью сигналов, что позволяет использовать фазовую модуляцию BPSK с когерентным приёмом, при этом длительность каждого бита может быть очень большой — десятки секунд, а передача всего сообщения может длиться несколько часов. Этот новый цифровой вид передачи получил название **EbNaut** (видимо, это комбинация обозначения битового отношения сигнал/шум Eb/No (Eb — энергия сигнала, приходящаяся на 1 бит принимаемого сообщения, No — энергетическая спектральная плотность шума) и последней части слова астронавт или аргонавт) [4]. Автор программного обеспечения ставил перед собой задачу реализовать систему с предельно достижимыми параметрами, используя когерентную обработку и канальное кодирование одним из самых мощных известных свёрточных кодов, доступных для обработки в любительских условиях. Для декодирования необходим достаточно производительный компьютер, желательно с ОЗУ объёмом несколько гигабайт, а процесс вычислений, в зависимости от длины сообщения и тяжести кода, может занимать до десятков минут. Следствием таких высоких вычислительных затрат и применения весьма совершенного алгоритма мягкого списочного декодирования является возможность успешного приёма сообщений практически на границе Шеннона (нижнее предельное значение Eb/No, при котором ни при какой скорости передачи нельзя осуществить безошибочную передачу информации), а точнее в десятых долях децибела от неё.

Реализация подобного декодера стала возможной лишь в последнее время, когда вычислительная мощность компьютеров стала достаточной для этого. Высочайшие требования предъявляются и к стабильности частоты передающей и приёмной аппаратуры. Нужно знать частоту с точностью до десятитысячных долей герца, а момент начала передачи — до секунды. Только в этом случае можно достичь предельных возможностей декодера и приблизиться к самой границе возможного!

Для приёма EbNaut используется пакет программ. Прежде всего, это SpectrumLab, настроенный в режиме периодического экспорта результатов FFT (спектра) в txt-файлы для их последующей обработки (**рис. 5**). Файл с необходимыми настройками **(My_VLF_EbNaut_fftexport.USR)** выложен на редакционном сайте. Этот файл необходимо поместить в папку /Spectrum/configurations/ и затем загрузить настройки командой File->Load Settings From... После запуска начнётся накопление отсчётов для выполнения FFT, что займёт более 13 ч! Когда спектр будет вычислен и на спектрограмме отобразятся первые пиксели, на жёстком диске появится файл ebnaut10_FEB_0634_8270.txt. В имени файла содержится информация о дате и времени, соответствующих середине экспортируемого окна FFT. Такие файлы будут формироваться в дальнейшем каждые полчаса. Объём fft-файлов получается сравнительно небольшой (368 кБ), что позволяет оставлять систему включённой на несколько дней и лишь потом выбирать нужные файлы и обрабатывать их. Технология была разработана Маркусом DF6NM, который подготовил пакет необходимых утилит [5].

С помощью утилиты ebnaut_ifft3a.exe выбранный fft-файл преобразуется в wav-формат с малой частотой дискретизации. Необходимые для этой утилиты константы содержатся (их нужно указать) в файле sr.txt, например: 47999.9315 69984 32768 8270.1. Первое число — точное значение частоты дискретизации звуковой карты. Второе число — коэффициент децимации (из настроек SpectrumLab). Третье число — количество отсчётов FFT. Последнее число — центральная частота FFT. Чтобы сконвертировать fft-файл, его с помощью мышки перетаскивают на значок программы ebnaut_ifft3a.exe. На короткое время запускается рабочее окно программы, а в каталоге появляется готовый файл с тем же названием, как и исходный txt файл, но уже с расширением wav.

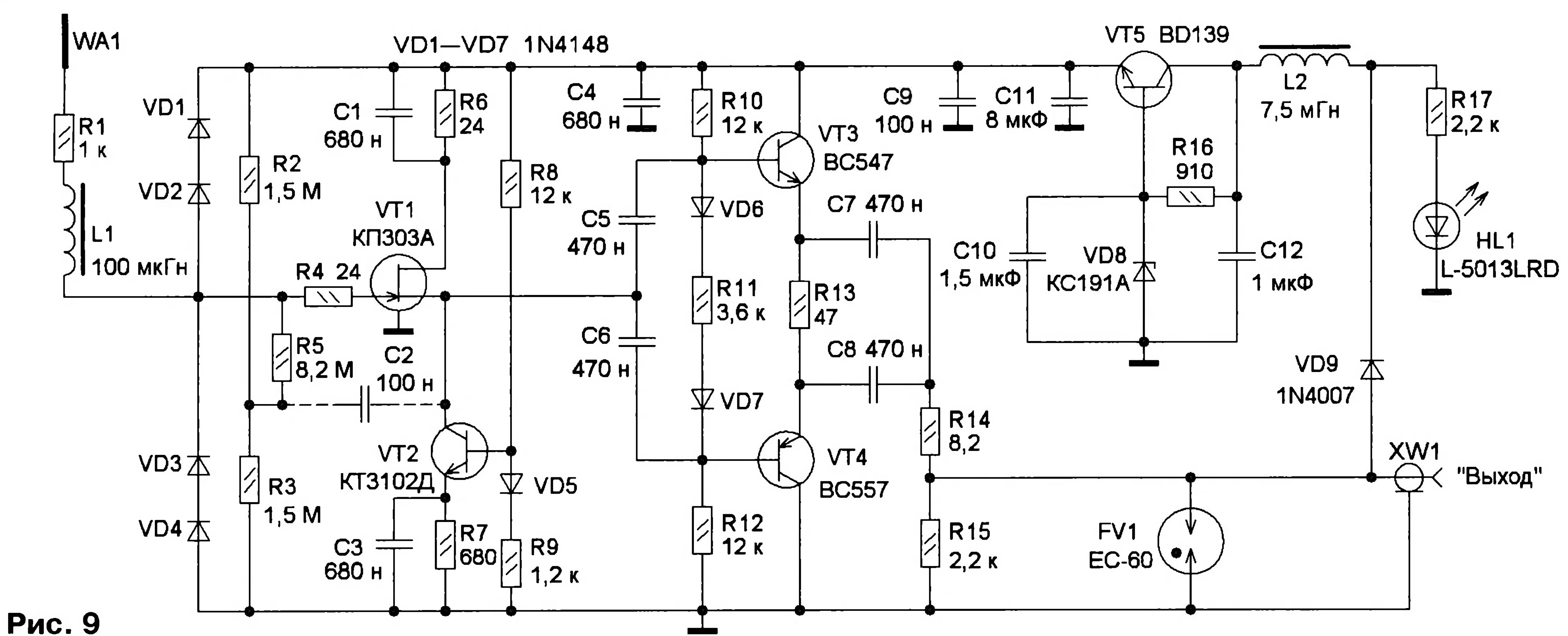


Рис. 9

Этот звуковой файл далее открывают программой декодера ebnaut-rx.exe. Выставив необходимые параметры (код, CRC, длительность одной посылки, число символов в сообщении, сдвиг частоты относительно номинального значения), запускают декодер и, немного подождав, останавливают его. При этом на экране отображается информация о точном времени начала записи файла. Нам необходимо вычислить временной сдвиг между известным моментом начала передачи и моментом начала записи файла. К полученной величине для данных настроек SpectrumLab необходимо ещё прибавить константу 11,964 с (длительность первых четырёх отсчётов в файле 4/sample_rate=11,664 с + 0,3 с, sample_ rate=0,342935), что связано с особенностями работы программ. Эти вычисления — наиболее трудоёмкий этап подготовки к декодированию, поскольку нужно быть очень внимательным. Получившееся значение указывают в поле Start Offset программы декодера. Затем вновь запускают декодер. Теперь программа будет пытаться, подбирая фазу, декодировать сигнал. Весь процесс может занимать единицы или десятки минут. Описанная процедура кажется сложной, но это труднее описать, чем сделать. Нужно лишь освоить "технологию" на имеющихся примерах [6].

В течение февраля 2017 г. DK7FC осуществил несколько радиопередач в режиме EbNaut на частоте 8270,1 Гц. Длительность каждой из них превышала 8 ч. Первая передача прошла днём, остальные — в ночное время. Трудно передать словами чувства, когда файлы с записями сигналов были подвергнуты обработке, и вдруг, спустя несколько минут напряжённого ожидания (неужели получится?), на экране появилось первое декодированное сообщение — "FB"!

А дальше началась уже просто фантастика. С каждым разом удавалось принимать всё более длинные сообщения: "73"; "DL-RU"; "DREAMER" (**рис. 6**). Сигнал абсолютно не виден на спектрограмме, ничего не обозначает его присутствия, тем не менее декодер успешно выделяет информацию! Отношение сигнал/шум в пересчёте к полосе телефонного канала составляло от −64,4 до −67,2 дБ, что, безусловно, рекордно низкая величина.

На сегодняшний день можно сделать некоторые наблюдения об особенностях радиосвязи на Dreamers Band. Во-первых, на приёмной стороне необходимо использовать подавитель импульсных помех (Noise Blanker). На **рис. 7** приведён усреднённый по множеству реализаций спектр дальних грозовых импульсов. Как видим, он имеет максимум как раз на частотах Dreamers Band, в то же время в области 2 кГц, где меняется характер распространения атмосфериков, есть провал — около 20 дБ. Это означает, что подавление импульсов даст соизмеримый эффект на частоте 8270 Гц, отношение сигнал/помеха может улучшиться на 15...20 дБ!

Во-вторых, было скорректировано распространённое представление, что наилучшие результаты на СДВ достигаются в утренние часы. Это оказалось верным лишь отчасти. Действительно, на утро приходится минимум грозовой активности, поэтому и количество импульсных помех от Африканского грозового центра в это время минимально. С другой стороны, на дальних трассах (более 1000 км) СДВ-радиоволна является пространственной, отражённой от ионосферы. Днём отражение происходит от слоя D, и длина ионосферного скачка составляет около 1000 км, ночью — от слоя E с длиной скачка 2000 км. На исследованной нами трассе длиной около 2000 км днём происходят два скачка, ночью — один. Каждое отражение вносит затухание 3...4 дБ. Таким образом, с энергетической точки зрения на такой трассе выгоднее проводить СДВ-радиосвязи ночью, при этом и коэффициент затухания несколько меньше, чем в дневное время. Нужно также учесть, что летом уровень грозовых помех неизмеримо выше, чем зимой. Поэтому для лета лучшим временем для QSO, действительно, является утро и первая половина дня, а для зимы — ночь. Лучшее же время года для экспериментов — зима.

В утренние и вечерние часы также могут появляться очень небольшое, но всё же ухудшающее когерентный приём, смещение частоты принимаемого сигнала и вариация его фазы вследствие эффекта Доплера при подъёме или опускании ионизированных слоёв ионосферы, так что при планировании экспериментов следует избегать времени, когда трасса распространения сигнала пересекает зону терминатора.

На **рис. 8** приведено распределение искажённых бит на длительности сообщения (красным цветом). Как видим, грозовыми импульсами поражаются около 40 % сигнала. Удивительно, как при этом вообще удаётся полностью восстановить переданную информацию!

В-третьих, пока что остаётся открытым вопрос прогнозирования условий прохождения на СДВ. Как показали эксперименты, эти условия меняются день ото дня. Иногда двое-трое суток держится низкий уровень помех, в других случаях наблюдается тенденция роста шума и качество приёма падает. Возможно, следует анализировать онлайн-карты грозовой активности и выбирать периоды её минимума в радиусе тысячи километров. Возможно, своё влияние оказывают состояние ионосферы и уровень геомагнитной активности.

Как уже было сказано, я использовал аппаратуру, описание которой приведено в [2]. Дополнительно были разработаны новая активная приёмная антенна и устройство синхронизации и калибровки. Эти устройства являются наиболее важными для достижения успеха в экспериментах, поэтому ниже приводится их подробное описание.

На приёме была применена активная электрическая антенна со штырём, схема которой показана на **рис. 9**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кудрявцев А.** Знакомимся с диапазоном сверхдлинных волн. — Радио, 2015, № 1, с. 61—63.

2. **Кудрявцев А.** Аппаратура для наблюдений в диапазоне сверхдлинных волн. — Радио, 2015, № 2, с. 60—63; № 3, с. 61, 62.

3. DL4YHF's Amateur Radio Software: Audio Spectrum Analyzer ("Spectrum Lab"). — URL: **http://dl4yhf.darc.de/spectra1.html** (30.08.17).

4. EbNaut Coherent BPSK. — URL: **http://abelian.org/ebnaut/** (30.08.17).

5. Утилиты DF6NM. — URL: **http://df6nm.bplaced.net/VLF/fec_tests/df6nm_ebnaut_utilities.zip** (30.08.17).

6. Форум радиолюбителей ДВ. — URL: **http://136.su/index.php/topic,270.0.html** (30.08.17).

(Окончание следует)





Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

Цена одного номера журнала 2018 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 220 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 1800 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 2490 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 1890 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 2580 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 50 USD, на год — 100 USD.

В редакции можно приобрести журналы "Радио"

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2013	1—12	50 руб.	110 руб.	240 руб.
2014	1—12	70 руб.	130 руб.	260 руб.
2015	1—12	90 руб.	150 руб.	280 руб.
2016	1—6	150 руб.	220 руб.	320 руб.
2016	7—12	165 руб.	235 руб.	335 руб.
2017	1—6	185 руб.	255 руб.	355 руб.
2017	7—12	200 руб.	285 руб.	385 руб.
2018	1—6	220 руб.	310 руб.	415 руб.

На бланке напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы. При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000. Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

Подписные индексы журнала по каталогам: Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772; Объединённый каталог "Пресса России" 89032; Каталог российской прессы "Почта России" 61972.

НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"



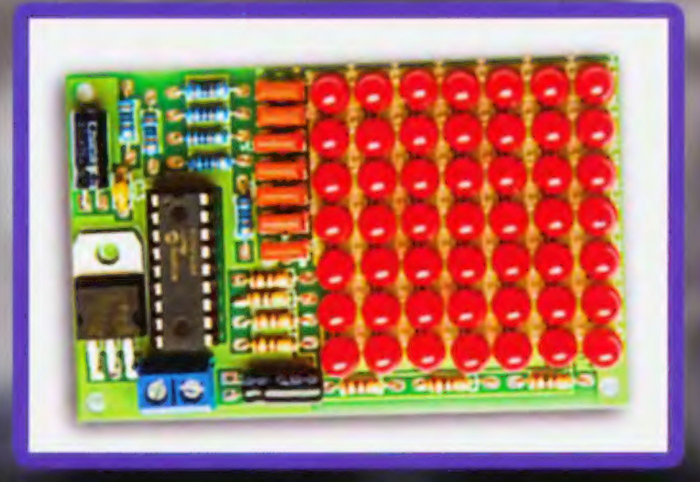
"Программируемый термостат"

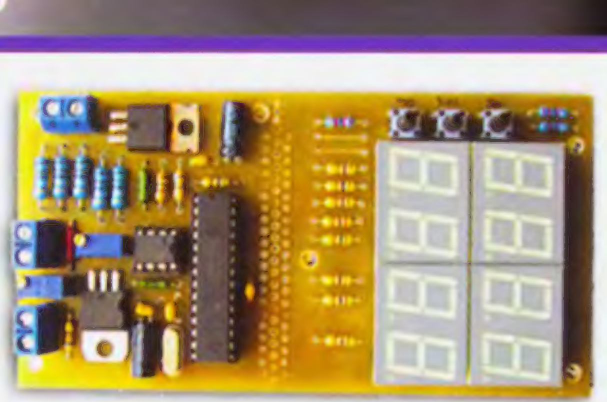




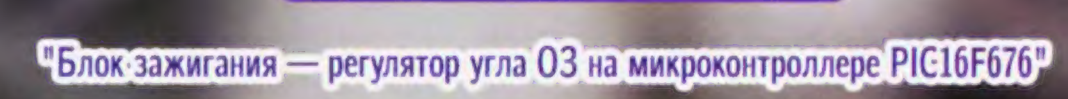

"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"


"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"





"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"


"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"


"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"

http://kits.radio.ru

Радиорешения от радиоинженеров

Широчайший Выбор ✓

Экспертная Техническая поддержка ✓

Отгрузка с завода в день заказа ✓

Активные, пассивные и межкомпонентные

Поддержка 24/7

На связи технические специалисты по прикладным областям

Вооружённые техническими знаниями и широчайшим выбором РЧ-компонентов, готовых к отгрузке, радиоинженеры Pasternack готовы к решению ваших задач и внесению инноваций в ваши РЧ-проекты. Если вы столкнулись со сложностями, такими, что не можете найти необходимый РЧ-компонент или РЧ-компонент, который нужен уже в ближайшее время, то наши радиоинженеры к вашим услугам.

Посетите наш веб-сайт **www.pasternack.com** или отправьте письмо на почту **pasternack@vilcom.ru**



